

Orust: en klimat- och energineutral ö? – Möjligheter och hinder

*Orust: a carbon and energy neutral island? -
Opportunities and obstacles*

Saga Palmquist

Kandidatarbete
Biologi- och Miljövetenskap - kandidatprogram

SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för energi och teknik

Titel på svenska: Orust: en klimat- och energineutral ö? – Möjligheter och hinder
Titel på engelska: Orust: a carbon and energy neutral island? – Opportunities and obstacles
Författare: Saga Palmquist

Handledare: Emmy Petersson, Institutionen för Energi och Teknik, SLU
Examinator: Daniel Nilsson, Institutionen för Energi och Teknik, SLU

Kurs: Självständigt arbete i miljövetenskap - kandidatarbete
Kurskod: EX0688
HP: 15hp
Nivå: Grundnivå, G2E
Program: Biologi och miljövetenskap - kandidatprogram

Serienamn: Examensarbete (Institutionen för energi och teknik, SLU), 2016:07
ISSN: 1654-9392

Uppsala 2016

Nyckelord: klimatneutralt samhälle, energineutralt samhälle, Orust kommun, energiomställning, CO₂-beräkningar

Online publication: <http://stud.epsilon.slu.se>

Sammanfattning

Idag handlar en av de största globala debatterna om klimatförändringar. Sveriges regering har satt upp målet att Sverige år 2050 ska vara ett klimatneutralt land. För att kunna nå målet ett klimatneutralt Sverige är det viktigt att kommuner och invånare tillsammans arbetar för ett samhälle med minskade växthusgasutsläpp. I Orust kommun har den ideella föreningen Orust kretsloppsakademi(OKA) målbilden att bli en klimatneutral kommun redan till år 2020. OKA arbetar mot ett hållbart kretsloppssamhälle på Orust. I avsikt att uppnå ett klimatneutralt samhälle är det viktigt att åskådliggöra hur situationen ser ut idag samt att ta fram visioner för hur en omställning kan göras.

Kandidatarbetet syftar till att studera möjligheterna att nå Orust kretsloppsakademis klimatmål. Studien är baserad på en litteraturstudie. Den största datainsamlingen till beräkningar av energianvändning samt energiproduktion har hämtats från myndigheter och företags hemsidor. Datainsamling av vetenskapliga artiklar har gjorts via databaser och har använts som stöd till påstående och argumentation. Beräkningar av klimatgasutsläpp och energianvändning (GWh) har gjorts i programmet Excel. Mycket av informationen har samlats in via telefonsamtal och mailkontakt med företag och kontaktpersoner på Orust kretsloppsakademi och Orust kommun.

Resultatet av studien visar att Orust kommun år 2030 kan uppnå ett klimatneutralt samhälle. Elproduktionen antas helt baseras på förnybara energikällor med en mix av land- och havsbaserad vindkraft, vågkraft och solenergi. Efter omställningen antas transportsektorn år 2030 till största del baseras på elfordon, biodrivmedel och biogas och endast mindre delar bränsle av fossilt ursprung. Värmeproduktionen kommer likna den produktion som finns idag med tillägg av solfångare och högre anslutning till de befintliga fjärrvärmeverken. Utsläpp från transport, värme samt industri som fortfarande existerar efter omställningen ersätts av extra producerad förnybar el och nettoutsläppet av klimatgaser antas därmed bli lika med noll.

Att definiera ett klimatneutralt samhälle genom att ersätta klimatgasutsläpp med extra producerad förnybar el fungerar idag eftersom det fortfarande produceras el genom fossila energislag. Utifrån ett realistiskt perspektiv hade sannolikt inte ett samhälle kunnat kalla sig klimatneutralt eftersom livscykelanalyser av energislagen skulle visa på klimatgasutsläpp. För att hinna med omställningen till en klimatneutral kommun till år 2030 är tidsaspekten avgörande. Tid för tillståndsprocesser och byggnationer är svåra att förutsäga eftersom många separata parter är inblandade. Det som kan sägas är att fjorton år (2016-2030) är en tidsperiod som utifrån tidigare tillståndsprövningar samt byggnation av energislag är rimlig för den antagna omställningen till ett klimatneutralt Orust. Flera framtida scenarion bör jämföras med varandra för att i en djupare studie få ett tydligare svar på vilka energikällor som är de bästa alternativen att investera i.

Abstract

Today one of the largest global debates is the climate change. The Swedish government has set the aim “Sweden a carbon neutral country until 2050”. In order to reach the goal it is important that residents and municipalities are working together for a society with reduced greenhouse gas emissions. The non-profit organization, Orust kretsloppsakademi (OKA), has a vision to become a carbon-neutral municipality in 2020. OKA works towards a sustainable ecological society on Orust. In order to achieve a carbon-neutral society, it is important to illustrate how the situation looks like today and to develop visions for how a transition can be made.

The aim of this thesis is to study the possibilities regarding the vision of a carbon-neutral society on Orust. The study is based on a literature review. The largest collection of data for calculating the energy consumption and production are derived from government and corporate websites. Data collection of scientific articles have been made through databases and has been used to support claims and arguments. Calculations of carbon dioxide-emissions and energy consumption (GWh) have been made in Excel. Much of the information has been collected through phone calls and e-mail correspondence with corporations and contacts at OKA and Orust municipality.

The results of the study show that Orust municipality in 2030 can achieve a carbon neutral society. Electricity production is assumed to be entirely based on renewable energy sources, with a mix of onshore and offshore wind, wave and solar synergism. After the conversion it is assumed that the transport sector in 2030 will largely be based on electric vehicles, biofuels, biogas and only a small part on fossil fuel. Heat production will be similar to the production available today with the addition of solar panels and higher connection to the existing district heating plants. Emissions from transportation, heating and heavy industry, still existing after the conversion, will be replaced by extra produced renewable electricity and the net emissions of greenhouse gases will be equal to zero.

Defining a carbon-neutral society, by compensating greenhouse gas emissions with extra produced renewable electricity, works since electricity at many places today is produced by fossil fuels. From a realistic perspective, a society would probably not be able to call themselves completely carbon-neutral since the life cycle analysis of renewable energy sources would most likely show greenhouse gas emission. In order to catch the transition to a carbon-neutral municipality time is crucial. Time permitting processes and constructions are difficult to predict as many separate parties are involved. Conclusively, fourteen years (2016-2030) is a period of time, based on previous permission grants and the construction of energy sources, reasonable for the transformation towards a carbon neutral Orust. Several future scenarios should be compared with each other in a deeper study to get a clearer answer on which energy sources are the best options to invest in.

Innehållsförteckning

1	Introduktion	7
2	Bakgrund	8
3	Syfte och frågeställning	9
3.1	Syfte	9
3.2	Frågeställningar	9
4	Metod och material	10
4.1	Metod	10
4.2	System och avgränsningar	10
4.2.1	System	10
4.2.2	Avgränsningar	11
4.3	CO ₂ -beräkningar	12
5	Vad är klimat- och energineutralt?	14
6	Tidsaspekt	16
6.1	Nybyggnation av förnybara energislag	16
6.1.1	Vindkraft	16
6.1.2	Vågkraft	16
6.1.3	Biogasanläggning	17
6.1.4	Solkraft	17
6.1.5	Sjöpung	17
6.1.6	Kommun och länsstyrelse	18
6.2	Fordonsflottans utveckling	18
6.2.1	Tidsaspekt, slutsats	19
7	Ekonomi	20
8	Orust idag	22
8.1	Elanvändning	22
8.2	Värmeanvändning	23
8.3	Energianvändning transporter	24
8.3.1	Totala energianvändningen	26
8.4	Energiproduktion	26
8.5	Klimatgasutsläpp	28
9	Orust år 2030	29

9.1	Energieffektivisering	29
9.2	Transport	29
9.2.1	Personbilar	30
9.2.2	Bussar	31
9.2.3	Lastbilar	32
9.2.4	Färjor	33
9.2.5	Traktorer	33
9.3	Värmeanvändning	33
9.4	Elanvändning	34
9.5	Totala energianvändningen	35
9.6	Energiproduktion	36
9.6.1	Bränsle till Transport	37
9.6.2	Värmeproduktion	39
9.6.3	Elproduktion	42
9.6.4	Totala energiproduktionen	45
9.7	Sammanställning klimatgasutsläpp	47
9.8	Flödesdiagram	48
10	Diskussion	50
10.1.1	Syfte och avgränsningar	50
10.1.2	Tidsaspekt	50
10.1.3	Ekonomi	51
10.1.4	Energianvändning och Energiproduktion	52
10.1.5	Andra möjliga utsläppskällor som inte beaktats	53
10.2	Slutsatser och vidare arbete	54
11	Referenslista	55
11.1	Icke Publicerat material	64
11.2	Personliga meddelande	64
11.3	Bildkällor	65
12	Bilagor	66
12.1	Bilaga 1	66
12.2	Bilaga 2	66
12.3	Bilaga 3	68
12.4	Bilaga 4	69

1 Introduktion

Klimat- och energifrågan är en av de mest uppmärksammade och en av de största utmaningarna som vår värld står inför. Varje år ökar koldioxidhalterna i atmosfären, vilket leder till en ökad medeltemperatur som skulle kunna ge katastrofala följder. För att kunna nå det så kallade 2-gradersmålet har flera omställningar och politiska mål beslutats för att minska internationella och nationella klimatmissioner. Ett av Sveriges 16 miljömål är ”Begränsad klimatpåverkan” vilket ska bidra till ett minskat utsläpp av växthusgaser. Regeringen har också satt upp målet om att Sverige ska bli klimatneutralt fram till år 2050 (Naturvårdsverket, 2012, 2016). För att uppnå ett klimatneutralt samhälle måste stora omställningar göras eftersom samhället fortfarande idag är uppbyggt utifrån tillgång av icke-förnybara bränsle. En av omställningarna som måste göras är att utveckla och fasa in förnybara energikällor till energiproduktion av el och värme. Fordonsflottan i Sverige måste också genomgå en stor förändring eftersom fossila bränsle fortfarande är det dominerande bränslet. Regeringen har satt upp delmål för resterande energikategori för att lättare kunna genomföra denna förändring. Ett av delmålen till år 2030 är att Sverige ska ha en fordonsflotta som är oberoende av fossila bränslen (Regeringskansliet, 2015a).

För att kunna nå dessa mål måste även Sveriges kommuner och invånare arbeta för ett samhälle med minskade växthusgasutsläpp. Varje kommun ska ha en plan vilken innefattar hur de ska gå tillväga för att uppnå ett klimat- och energieffektivare samhälle, enligt lagen om kommunal energiplanering (SFS 1977:439). I Orust kommuns plan för energi och klimat har flera mål satts upp för att minska kommunens klimatgasutsläpp (Orust kommun, 2007). Förslag på omställning och utbyggnad av förnybara energikällor kan möta starkt motstånd från kommuninvånare och förändringar kan därför många gånger vara svåra att genomföra. I Orust kommun finns en ideell förening, Orust kretsloppsakademi, som arbetar för en omställning av kommunens energibehov. Ett av föreningens mål är ett klimat- och energineutralt Orust år 2020 (Orust kretsloppsakademi, u.å.).

För att kunna begränsa klimatpåverkan är det viktigt att hitta lösningar och visa på de möjligheter som finns inom kommunen. En del i arbetet är att åskådliggöra hur situationen ser ut idag samt lägga fram planer och visioner för vad som kan och måste göras för att en förändring ska kunna genomföras. Planerna kan sedan användas som underlag till hur en kommun eller ett samhälle kan gå tillväga för att öka andelen förnybar energi.

2 Bakgrund

Orust kommun ligger i Bohuslän, omkring 70 km norr om Göteborg. Kommunen omfattar huvudön Orust samt kringliggande småöar med omkring 15 000 helårsboende invånare. Befolkningsantalet har minskat sedan 1900- talet och idag bor omkring 50 procent av befolkningen i kommunens tätorter. Näringslivet i kommunen domineras av båtindustri men även lantbruk spelar en viss roll. Ön är en välbesökt turistdestination och befolkningsantalet ökar till omkring 45 000 invånare under sommarmånaderna (Nationalencyklopedin, 2016a).

Orust kretsloppsakademi (OKA) är en ideell förening i Orust kommun. Föreningen arbetar för ett hållbart kretsloppssamhälle på Orust, både miljömässigt socialt och ekonomiskt. OKA pådriver och kommunicerar med kommun och näringsliv för att tillsammans arbeta för att uppnå föreningens mål (Orust kretsloppsakademi, u.å.). OKA inspireras och samarbetar med andra öar som jobbar mot liknande mål. Samsö i Danmark kallas idag för en klimat- och energineutral ön och är föreningens största inspiration (Malmberg, 2008; Ivarsson, pers.medd.).

År 2013 tog OKA fram ett delmål om att Orust kommun skulle bli klimat- och energineutrala fram tills år 2020 (Orust kretsloppsakademi, u.å.). Målet att bli klimatneutrala innefattar att ön inte ska ha några nettoutsläpp av klimatgaser.



Bild 1. *Orust* (Wikimedia, 2012).

3 Syfte och frågeställning

3.1 Syfte

Detta kandidatarbetes syfte är att studera hur Orust kommuns energianvändning ser ut idag samt att definiera, åskådliggöra möjligheter och tidsaspekt för hur och när kommunen skulle kunna bli ett klimat- och energineutralt samhälle.

3.2 Frågeställningar

- *Vad* är ett klimat och- energineutralt samhälle?
- Inom vilken *tidsperiod* är det möjligt att Orust kan bli ett klimatneutralt samhälle?
- *Hur* kan Orust bli ett klimat- och energineutral samhälle?

4 Metod och material

4.1 Metod

Metoden som har använts för kandidatarbetet är litteraturstudie. Data har till största del samlats in från myndigheter och företags hemsidor. Insamlad data från sådana hemsidor har använts för bland annat beräkningar av el, värme och transporters energianvändning i Orust kommun. Sökning av vetenskapliga artiklar som stöd till energikällornas framtida potential har gjorts via databasen Google Scholar samt en mindre del via Primus. Telefonsamtal samt mailkontakt med handledare och medlemmar från OKA, kommuner och företag har gjorts för att få utbyte och information om Orust potential av förnybara energikällor, pågående projekt, specifika fakta som inte kunde hittas via nätet eller hemsidan samt rådgivning. Fakta som tillhandahållits har sedan bearbetats och sammanställts till data över Orust el, värme och transporters energianvändning samt tidsaspekt, ekonomi och ett framtida scenario för Orust kommun.

4.2 System och avgränsningar

4.2.1 System

Arbetet bygger främst på beräkningar och definition av ett klimatneutralt samhälle, energineutralitet har enbart undersökts översiktligt i samband med klimatneutraliteten. Detta har valts eftersom klimat- och energineutralitet i mångt och mycket hänger samman. Samhället som arbetet har gjorts på är Orust kommun. Systemet innefattar hela kommunen där både huvudön Orust samt småöar runt omkring är inräknade, se karta 1. Arbetet innefattar beräkningar av energianvändning, energiproduktion samt klimatgasutsläpp för tre huvudkategorier; transport, värme och el. Beräkningar av energianvändning och klimatutsläpp har även gjorts för kategorin övrigt.

Arbetet är uppdelat på två större avsnitt, Orust idag och Orust år 2030. Orust idag innefattar energianvändningen samt energiproduktionen i Orust kommun i dagsläget. I avsnittet Orust år 2030 presenteras ett alternativt framtidsscenario för Orust år 2030 där energianvändning samt energiproduktion redovisas. I båda avsnitten beräknas klimatgasutsläppen från de tre huvudkategorierna.



Karta 1. Orust kommun. Urklipp (Lantmäteriet, 2016).

4.2.2 Avgränsningar

Arbetet innefattar ett framtidsscenario för Orust kommun. Fler scenarier har inte gjorts eftersom arbetet då hade blivit allt för stort. Energianvändningen har endast beräknats över ett år. Detta beror på att arbetet hade blivit för omfattande samt för att datainsamling över fler år i kategorin värme inte kunnat erhållas. Det har inte gjorts några beräkningar av normalårskorrigerig för värme. Detta har endast diskuterats samt antagits vara dimensionerat för de befintliga fjärrvärmeverken och värme pannorna. I en fortsatt studie rekommenderas det att titta på data från flera år.

Avgränsningar har gjorts till linje- och skolbussar, personbilar, tunga och lätta lastbils körsträckor på ön samt till större färjetrafik till och från Orust kommun. Helårsboendes pendlarresor har tagits med i beräkningar eftersom dessa resor ingår i flera av invånarnas vardagliga resor (Nationalencyklopedin, 2016a). Mindre personfärjor samt privat båttrafik, flygresor och långväga transporter till och från ön har inte tagits med i beräkningar då data har varit svår att hitta. En mindre ekonomisk analys har gjorts, där kostnaden per årskilowattimme för olika

energislagen har beräknats. För beräkningar av miljöpåverkan från gamla och nya energikällor har endast klimatgasutsläpp beräknats.

4.3 CO₂-beräkningar

Efter omställningen av energianvändningen samt energiproduktionen i Orust kommun år 2030 återstår fortfarande klimatgasutsläpp från transportsektorn, oljeanvändning samt industrin. För att uppnå ett klimatneutralt samhälle behöver dessa emissioner ”räknas bort”. På ön Samsö i Danmark, som kallas klimatneutral, har klimatgasutsläpp från transporter på ön ”räknats bort” genom en högre produktion av förnybar el (Energiakademiet, 2011). I detta arbete har det liksom på Samsö antagits att förnybar el bidrar till ett negativt klimatgasutsläpp baserat på att denna ersätter produktion av nordisk el-mix. Nordisk el-mix är den blandning av el från olika energislagen som finns på det nordiska elnätet och är per definition den el svenska hushåll använder. Detta antagande är baserat på att nordisk el-mix fortfarande år 2030 har ett klimatgasutsläpp på omkring 125 g CO₂/kWh (Energimyndigheten, 2015c; Energimyndigheten, 2016). Antagandet om att klimatgasutsläppen från nordisk el-mix år 2030 fortfarande är 125 g CO₂/kWh har gjorts för att undersökningar av framtida klimatgasutsläpp på nordisk el-mix inte har genomförts i tillräckligt stor utsträckning. Sannolikt kommer nordisk el-mix ha ett lägre koldioxidutsläpp år 2030 eftersom fler förnybara energikällor byggs ut varje år).

Antagandet om klimatgasutsläpp från nordisk el-mix ger varje förnybar producerad kWh i Orust kommun ett negativt CO₂-utsläpp på ungefär 125 g. För att ”räkna bort” energianvändningens totala mängd klimatgasutsläpp har därför extra förnybar el producerats utöver elanvändningen. Den förnybara elen bidrar till lika stora negativa klimatgasutsläpp som energianvändningen släpper ut vilket resulterar i att ön inte får några nettoutsläpp av klimatgaser, se beräkningar i bilaga 1.

Beräkningarna av klimatgasutsläppen från energianvändningen har gjorts genom redan fastställda siffror på kg CO₂/mil för transporter samt ton CO₂/GWh för värme, industri och el, se tabell 1 och 2. Utsläppsfaktorn för miljöbilar (13) har beräknats genom att ta ut ett ungefärligt medelvärde på kg CO₂/mil för Göteborgs vanligaste bilar (Autonet, 2016a; Loudiyi, 2016). Inom transport har antalet totala mil för respektive fordonskategori och utsläppsfaktorn för respektive drivmedel multiplicerats för att få produkten av det totala klimatgasutsläppen för varje kategori. Produkten av klimatgasutsläppen för varje fordonskategori har sedan

adderats för att få summan av den totala mängden klimatgasutsläppen för transport. För användning av olja inom industri och värme har det totala antalet kWh för respektive användarkategori multiplicerats med CO₂-utsläppen per kWh olja. I oljans utsläppsfaktor är utsläpp vid produktion och distribution av oljan inräknade.

Tabell 1. *Klimatgasutsläpp per mil för transportsektorns drivmedel.*

Energislag	Fordons gas ²	Bensin ²	Diesel MK1 ²	HVO ²	Etanol ²	Miljöbil 13 ¹	Miljöbil 07 ³
CO ₂ kg/mil	0,5	1,8	1,34	0	0,5	1	1,2

Energislag	Diesel tung lastbil (B20) ²	Diesel lätt lastbil ²	Diesel bil ²	Diesel buss ²
CO ₂ kg/mil	4,6	1,8	1,3	0,59

¹(Autonet, 2016a)

²(Wisell, Jerksjö, Fridell, Bäckström & IVL, 2015)

³(Miljöfordon, 2016)

Tabell 2. *Ton klimatgasutsläpp per GWh för nordisk el-mix och olja.*

Energislag	Nordisk el-mix ¹	Olja ²	Förnyelsebar el ³
CO ₂ ton/GWh	125	291	0

¹(Energimyndigheten, 2015c)

²(SABO, 2013; Gode et al., 2011)

³(Wisell et al., 2015)

5 Vad är klimat- och energineutralt?

Ett klimatneutralt samhälle kan definieras på flera olika sätt. Det som är gemensamt för ett samhälle, företag eller ett land som är klimatneutralt är att det har ett koldioxidavtryck (totala klimatgasutsläpp) som är lika med noll (Abbott, 2008).

Det finns flera sätt att uppnå klimatneutralitet. Ett sätt är att reducera alla utsläpp inom samhällets gränser till noll (nollutsläpp) och endast använda förnybara energikällor. Ett annat sätt att uppnå klimatneutralitet är att skapa ett nettoutsläpp lika med noll. Noll nettoutsläpp innebär att klimatgasutsläpp fortfarande existerar men att dessa vägs upp genom att plantera träd alternativt att investera i projekt som minskar klimatgasutsläpp i lika stor utsträckning som klimatgaser släpps ut. Vid antagandet att förnybara energikällor har ett klimatgasutsläpp på noll kan klimatneutralitet uppnås då alla icke förnybara energikällor ersätts med förnybara energikällor. I praktiken är detta dock svårt att uppnå under en kortare tidsperiod (Abbott, 2008).

Ett annat sätt att åstadkomma ett klimatneutralt samhälle är att ”räkna av” utsläppen från en icke förnybar energikälla som inte går att ersätta genom att investera i projekt som ger minskade utsläpp. Ön Samsö kallas idag klimatneutral (Malmberg, 2008). Ön producerar förnybar vindkraft-el utöver deras elbehov vilken säljs till det danska elnätet. Elen från vindkraftverken ersätter el från den nordiska el-mixen vilken antas ha utsläpp på omkring 125 g CO₂/ kWh. Genom att elen ersätter en annan energikälla med högre utsläpp räknas vindkraften ha negativa klimatgasutsläpp, som sedan väger upp för transportsektorns emissioner på Samsö (Energiakademiet, 2011).

I detta projekt har klimatneutralt definierats på samma sätt som det har gjorts på Samsö. Förnybar el produceras i en större utsträckning än vad öns elbehov är vilket ger negativa klimatgasutsläpp vilka i sin tur väger upp för emissionerna från transportsektorn på Orust. Ett energineutralt samhälle har definierats så att produktionen och konsumtionen av energi på ön ska vara lika stora på årsbasis. På samma sätt har energineutralitet definierats i exempelvis Helsingborgs kommun (Helsingborg stad, 2010).



Bild 2. *Havsbaserade vindkraftverk Samsö Danmark* (Wessman, 2015).

6 Tidsaspekt

I detta kapitel presenteras vilken tid som det är rimligt att en omställning till ett klimatneutralt samhälle borde ta. Tillståndsprövning samt byggnation av förnybara energiverk diskuteras samt möjligheterna för omställning i fordonsflottan. OKA har satt upp målet att Orust skall vara klimat- och energineutralt år 2020 (Orustkretsloppsakademi, u.å.). För att detta ska vara möjligt behöver mer än 87 procent av elanvändningen och över 95 procent av transporterna bytas ut på mindre än 4 år. För att denna stora omställning skulle kunna ske inom en så kort tidsperiod hade stora ekonomiska investeringar behövt göras, se kapitel 7. Även om stora investeringar varit möjliga att göra hade tillståndsprövningar för exempelvis vindkraft fördröjt utvecklingen. Därför har istället år 2030 satts som utgångspunkt för när ett klimat- och energineutralt samhälle på Orust kan uppnås.

6.1 Nybyggnation av förnybara energislag

6.1.1 Vindkraft

Vindkraftsprövning, från planering av ansökan till färdigt vindkraftverk, beräknas ha en tidsperiod på cirka fem år. Prövningstiden för större parker kan vara ännu längre (Svensk vindkraft, 2010). För att lyckas bli klimat- och energineutrala fram till år 2020 kan alltså inte vindkraft tas med i beräkningarna då dessa tidigast kan producera el år 2021.

6.1.2 Vågkraft

Vågkraftprocessen antas i denna rapport ha en total prövningstid på omkring 4 år. Miljötillstånd tar mellan 1,5 och 2 år att få och sedan tar även installationsprocessen runt ett år innan vågkraften kan leverera el (Waters, pers.medd.; Sundberg, pers.medd.), d.v.s. totalt ca 2,5-3 år. Antagandet om en fyraårsprocess har gjorts då tiden förbeslutsprocessen och planering inför tillståndsansökan har lagts till. Att ett år har lagts till utifrån given fakta beror också på att vågkraft är en oprövad teknik vilket kan leda till flera oanade problem. Exempelvis blev installationen av den första megawatten vågkraft i Lysekilsprojektet försenad på grund av tekniska svårigheter (Alpman, 2016). Analyser och uttalande av bland annat Vattenfall menar att vågkraft inte kommer ha en betydande roll på den svenska marknaden innan år 2030 (Mattsson & Sang, 2014; Vattenfall, 2011). Vågkraft anses därför inte kunna ingå i planeringen för ett klimatneutralt samhälle år 2020.

6.1.3 Biogasanläggning

Byggnationer och provningsperioder av biogasanläggningar antas ta någonstans mellan 1,5 och 3 år. Antagandena om denna tid för provning och byggnationer uppskattades utifrån en tillståndsprövning på ett år samt från de flertal tillstånd och anmälningar enligt Plan- och bygglagen som måste göras vid byggnation av dessa anläggningar (Borås Energi och miljö, 2012; Biogasportalen, 2015; Johansson, 2011). Med tillägg av planeringsprocessen innan tillstånd samt byggnation av verket efter tillstånd antas hela processen ta 1,5-3 år. Enligt dessa beräkningar skulle en biogasanläggning kunna byggas och börja producera biogas innan år 2020.

6.1.4 Solkraft

Processen för solkraft och solfångare är den process som uppskattas ta minst tid. Det antas endast ta 5-7 månader för hela processen innan solkraftverk och solfångare är i produktion och kan leverera el. Tidsperioden är ungefär hälften så lång ifall tillstånd inte krävs. Tillstånd krävs inte för installation av solceller på bostadshus med ett eller två hushåll eller för solceller placerad på mark, inte heller på byggnader utanför detaljplanen i enlighet med Plan- och bygglagen (Osby kommun, 2015; SFS 2010: 900). Den beräknade korta tidsperioden för byggnation samt tillståndsprövsprocess av solkraft och solfångare innebär att stora utbyggnader med avseende på tid skulle kunna göras innan år 2020.

6.1.5 Sjöponing

Odling av sjöponing till substrat för biogasproduktion är en ny teknik som ännu inte är kommersiell. Tekniken testas just nu utanför Tjörn och har beskrivits ha en mycket god framtida potential. Sjöponing växer naturligt i västkustens vatten och har en tillväxthastighet på 2 cm per månad (Jordbruksaktuellt, 2015). Eftersom sjöponing ännu inte är en kommersiell produkt antas det ta några år innan tillstånd och odling sätts igång. När sjöponing har blivit kommersiell antas tiden för tillstånd, installation och odling ta 1-2 år. Detta antagande görs utifrån tillståndsansökan för odling av musslor eftersom denna i hög grad är densamma som för sjöponingodling, se avsnitt 9.6.1 (Jordbruksaktuellt, 2015). För musselodling krävs tillstånd enligt förordningen om fisket, vattenbruket och fiskenaeringen (SFS 1994:1716) vilken prövas av länsstyrelsen.

Tabell 3. *Tidsperiod för tillståndsprövning och byggnation av varje enskilt energislag redovisat i år.*

Energislag	År
Vindkraft	5
Solkraft/fångare	0,5-0,7
Våkraft	4
Biogasanläggning	1,5-3
Sjöpung	1-2

6.1.6 Kommun och länsstyrelse

Innan tillståndprocesserna kan starta behöver kommun och invånare vara överens om en omställning av energianvändningen och produktionen. Denna process är den som i praktiken kan ta längst tid, eftersom det inte finns några lagar eller riktlinjer för genomförandetid utan den baseras helt på engagemang och övertalningsförmåga. Om denna omställning kan genomföras framgångsrikt och invånare och kommun är villiga till en omställning och söka tillstånd är det sedan prövningsmyndigheten som beslutar om tillståndet blir godkänt (Energimyndigheten, 2015b). Processen hos prövningsmyndigheten kan också ta lång tid då beslutet kan överklagas i flera skeden, Plan- och bygglagen (SFS 2010: 900).

6.2 Fordonsflottans utveckling

Fordonsflottan behöver också ställas om för att Orust ska kunna bli klimatneutralt. Idag står personbilar för den största delen av fordonsflottans energianvändning på Orust. Det är därför denna kategori av fordon som kommer behöva göra den största omställningen för att minska energianvändningen och utsläppen.

Analysen gjorda på utvecklingen av Sveriges personbilsflotta visar på väldigt stor spridning fram till år 2030 där allt från väldigt få upp till 4 miljoner fordon antas vara eldrivna (Grahn & Hansson, 2010). I ett scenario som Elforsk AB har tagit fram kommer 40 % av personbilarna vara elbilar. I de 40 procenten ingår även ladd-hybrid vilka kan köras på både el och andra bränsle, oftast fossila (Sköldberg, Löfblad, Holmström & Rydén, 2010). I Elforsk ABs rapport redovisas att tunga lastbilar inte antas köras på el då sträckorna ofta är långa. Istället antas upp till 65 procent av de tunga lastbilarna köras på biodrivmedel. En del av de lätta lastbilarna antas kunna köras på el men den största delen antas även i denna kategori köras på biodrivmedel. Bussarna antas helt och hållet drivas med

biobränsle (Sköldberg et al., 2010). En brittisk analys visar att år 2020 kan var tionde bil vara en elbil (Ekot, 2010). Enligt en annan analys av analysfirman McKinsey kommer inte eldrivna bilar vara en betydande del förrän runt år 2030 (Söderlind, 2014).

6.2.1 Tidsaspekt, slutsats

Med utgångspunkt i avsnitten ovan för byggnationer av energikällor samt för analys av hur fordonsflottan kommer förändras antas ett klimat-och energineutralt samhälle kunna uppnås år 2030 istället för år 2020. Detta beror främst på att vindkraft och vågkraft antas stå för en stor del av elförbrukningen vilket inte är möjligt till år 2020 på grund av de långa tillståndsprocesserna för vind-och vågkraft samt på den outvecklade tekniken av vågkraft. Vidare kommer elbilars och biodrivna lastbilars procentandel inte vara av tillräckligt stor andel förrän år 2030.

7 Ekonomi

I detta kapitel presenteras en kortfattad ekonomisk analys, för att enkelt visa skillnader i investeringskostnad mellan olika energislag. Kostnaderna presenteras i kronor per årskilowattimmar (kr/kWh/år) för de olika förnybara energikällorna, vågkraft, landbaserad vindkraft, havsbaserad vindkraft samt solceller/solfångare. Detta kan också förklaras som investeringskostnaden dividerat med den årliga energiproduktionen i kWh. För den tänkta biogasanläggningen presenteras siffror på den ekonomiska vinsten från en studie av Bio mil AB (Hjort, Tamm & Wiklander, 2015).

För att en byggnation av ett elenergiproducerande verk ska bli en lönsam investering bör investeringskostnaden ligga mellan 5-10 kr/kWh/år (Malmén, pers.medd.). För att ett vindkraftverk ska bli en lönsam investering bör kostnaderna inte överstiga 5 kr/kWh/år (Pettersson & Svantesson, 2008). Landbaserade vindkraftverk ligger på gränsen av bli en lönsam investering då investeringskostnaden ligger omkring 5,5 kr/kWh/år. Havsbaserade vindkraftverk ligger i det ekonomiska intervallet där en installation av dessa varken ger en lönsam eller en negativ avkastning, kostnaden per årskilowattimme ligger mellan 7,3–7,9 kr/kWh/år beroende på storlek (Hansson, Larsson, Nyström Olsson & Ridell, 2007). Vågkraft har en mycket hög kostnad per årskilowattimme och är idag inte ekonomiskt hållbart att bygga för elproduktion. Detta beror till största del på att vågkraft fortfarande är en oprövad teknik som ännu inte kan konkurrera på marknaden.

Vågkrafts investeringskostnad antas sjunka till runt 10 kr/kWh/år fram till år 2020 och sedan fortsätta sjunka till under 10 kr/kWh/år fram till år 2030 (Holmberg, Andersson, Bolund & Strandanger, 2011). Med en sjunkande investeringskostnad kommer vågkraft förmodligen kunna byggas utan ekonomiska förluster. Dock kommer det fortfarande att behövas stöd från stat eller företag för att vågkraft ska kunna bli konkurrenskraftig gentemot andra förnybara energikällor. Investeringskostnaderna för havsbaserad vindkraft antas också minska i takt med att tekniken mognar (Nohlgren, Herstad Svärd, Jansson & Rodin, 2014). Regeringens intresse i att investera i stöd till havsbaserad vindkraft är stort och ett statligt stöd antas träda i kraft innan 2025. Stödet antas vara tillräckligt förmånligt för att havsbaserad vindkraft ska kunna konkurrera med andra energikällor (Energimyndigheten, 2015a). Solkraft antas också sjunka i pris per kWh/år. Solenergi är fortfarande en ganska ny energikälla på den svenska marknaden och genom fortsatt utveckling bedöms även priset att sjunka på detta

energislut (Sanden, 2016). I en studie av Villmanstrand tekniska universitet uppskattas havsbaserad vindkraft och solenergi vara kommersiellt konkurrenskraftig om 5-10 år (Frilander, 2015). Investeringskostnaderna för landbaserad vindkraft antas också sjunka i takt med att förnybara energikällor måste ersätta fossila bränslen för att nå målet om ett klimatneutralt land till 2050 (Nohlgren et al., 2014; Ivarsson, 2011; Holmberg et al., 2011; Hansson et al., 2007; Svensk vindenergi, 2010). Med analyserna av den ekonomiska utvecklingen av de förnybara energikällorna som stöd, antas i denna studie, alla utom möjligtvis vågkraft kunna byggas utan ekonomiska förluster redan innan år 2030 givet dagens elpriser.



Bild 3. Solkraftpaneller (Pixabay, 2016b).

8 Orust idag

I detta kapitel presenteras Orust kommuns energianvändning samt energiproduktion idag. Energianvändningen redovisas i de tre kategorierna transport, värme och el. Beräkningar av energiförbrukning har endast gjorts utifrån ett år. Beslutet att endast titta på ett år gjordes efter mycket omfattande arbete med försök till faktainsamling utan någon framgång. Data för värmeanvändning har erhållits från både 2014 och 2015. Valet att hämta information från två år var nödvändigt eftersom begränsat med fakta hittades för åren separat. I en vidare utveckling av studien rekommenderas det att göra undersökningar av medelvärden av energiförbrukning utifrån flera årsperioder eftersom energiförbrukningen varierar mellan olika år.

8.1 Elanvändning

I detta avsnitt redovisas elanvändning på Orust i enheten GWh per år. Kommunens totala elanvändning var under 2014 166 GWh inkluderat el till värmeproduktion (Statistiska centralbyrån (SCB), 2016). Den el som kommunen använder till uppvärmning redovisas närmare i avsnittet värmeanvändning, se avsnitt 8.2.

Elen till uppvärmning har i detta avsnitt dragits bort, för att denna inte ska redovisas dubbelt, se tabell 4. Det är denna data för elanvändning som vidare kommer användas i beräkningar. Den totala elanvändningen exklusive el till uppvärmning var detta år 106 GWh, se tabell 4. För elanvändning inklusive el till uppvärmning står förbrukningskategorin småhus för den största förbrukningsandelen, tabell 4. Vid borttagning av el till uppvärmning är det fritidshus och övriga tjänster som är de två förbrukningskategorier med störst elanvändning, tabell 4. Detta beror på att den största andelen elanvändning i småhus går till uppvärmning.

Tabell 4. Elanvändningen i Orust kommun inkl. el till uppvärmning samt exkl. el till uppvärmning. Elanvändning redovisas för varje enskild förbrukningskategori i GWh per år (Statistiska centralbyrån (SCB), 2016)

Förbrukningskategori	Energianvändning (GWh)	El till uppvärmning(GWh)	Energianvändning (exkl. el till uppvärmning)(GWh)
Jordbruk, skogsbruk, fiske	10,1		10,1
Industri, byggnation	15,5		15,5
Offentligverksamhet	12,3		12,3
Transport	0,5		0,5
Överig tjänst	20,6		20,6
Småhus	67,1	49,4	17,7
Flerbostad	7,8		7,8
Fritidshus	32,5	10,5	22
Totalt	166	59,9	106

8.2 Värmeanvändning

Värmeanvändningen i Orust kommun var 110 GWh år 2015, se tabell 5 (Statistiska centralbyrån (SCB), 2016; Ellevio, AB 2016; Västra Orust energi tjänst, 2016;Orust kommun, 2015b; Orust kommun, 2015c). Kommunens värmeanvändning redovisas efter förbrukningskategori samt efter bränsletyp i GWh per år.

Den största andelen av uppvärmning producerades via el och användes i små- och fritidshus. Eluppvärmningen uppgick till 59,9 GWh år 2015 (Ellevio AB, 2016; Västra Orust Energitjänst, 2016). Användning av uppvärmning via biobränsle (biobränsle (privat) och fjärrvärme + sol) i kommunen beräknades till 44,2 GWh (Statistiska centralbyrån (SCB), 2016; Orust kommun, 2015b; Orust kommun, 2015c). Liksom i uppvärmning av el står kategorin småhus även för den störta andelen användning av uppvärmning med biobränsle. Det antas att värmeslaget biobränsle (privat), producerar värme i privata värmepannor. Resterande biobränsle (fjärrvärme + sol) eldas i de två befintliga fjärrvärmeverken i Ellös och Henån. I de två fjärrvärmeverken genereras 0,6 GWh värme från installerade solfångare i anslutning till anläggningarna (Orust kommun, 2015b; Orust kommun, 2015c). Oljeuppvärmning i småhus samt flerbostadshus antas ske i privata värmepannor. En mindre andel av olja till uppvärmning i den offentliga sektorn antas komma från fjärrvärmeverkens uppstartning och resterande andel från oljeuppvärmda pannor i den offentliga sektorns lokaler.

Det har antagits att småhus med en elförbrukning över 10 000 kWh/år använder el till uppvärmning. All el i dessa småhus har beräknats gå till uppvärmning (Ellevio AB, 2016; Västra Orust Energitjänst, 2016). Antagandet att all el i dessa småhus går till uppvärmning har gjorts utifrån antagandet att en del av husen med en elförbrukning under 10 000 kWh/år också använder el till uppvärmning. Elen som används till uppvärmning i dessa hushåll har inte räknats med i värmeanvändningen och på så vis antas det att data jämnas ut till en rimlig siffra. Det har också antagits att en tredjedel av elen i fritidshusen går till uppvärmning (Söder, 2010). Värmeanvändningen i industrier samt service har inte tagits med i denna rapport eftersom data för användning i dessa kategorier inte har varit tillgänglig och en närmare undersökning inte kunnat göras.

Tabell 5. Orust kommuns totala värmeanvändning. Värmeanvändningen redovisas för varje förbrukningskategori samt bränsleanvändning i GWh per år

	Biobränsle privat ¹	El ²	Olja ¹	Fjärrvärme+ Sol ³	Totalt
Småhus	36,5	49,4	0,70	0,10	86,7
Flerbostad			0,10	1,70	1,80
Fritidshus		10,5			10,5
Offentliga sektorn			5,30	5,90	11,2
Totalt	36,5	59,9	6,10	7,70	110

¹(Statistiska centralbyrån (SCB), 2016)

²(Ellevio, AB 2016; Västra Orust energi tjänst, 2016)

³(Orust kommun, 2015b; Orust kommun, 2015c)

8.3 Energianvändning transporter

Fordonsflottans energianvändning redovisas i detta avsnitt i GWh per år. I kategorin transporters energianvändning ingår personbilar, tunga och lätta lastbilar, bussar, färjor samt traktorer. Orust kommuns transporters totala energiförbrukning uppgick till 96,6 GWh 2015. De vanligaste bränsletyperna på Orust är bensin och diesel. Övriga drivmedel används idag i en begränsad utsträckning, tabell 6. Det genomsnittliga energiförbruket per mil för fordonsgas och miljöbilar har antagits utifrån data från ett tiotal bilar (Biogas öst, 2013; Autonet, 2016a; Autonet, 2016b).

Personbilarna står för runt 75 procent av transporternas energiförbrukning. Det har antagits att 32 procent av den totala sträckan med personbil som invånarna på Orust gör är långväga resor över 10 mil enkel väg. Den totala sträckan per sådan långresa har antagits vara 40 mil (enkel väg 20 mil). Dessa långväga resor har inte tagits med i beräkningarna eftersom avgränsning gjorts till körning inom

kommunens gränser inklusive pendlingsresor, se avsnitt 4.2.2. Antagandet bygger på rapport och Excel dokument av Trafikanalys om antalet långväga transporter över 10 mil (bilaga 2) (Trafikanalys, 2015c; Trafikanalys, 2014). Resterande 68 procent av den totala sträckan antas vara körning på Orust samt pendlarresor. Antagandena som gjorts i denna studie kan diskuteras och en närmare analys av avgränsningar bör göras i vidare arbete.

Lastbilarna har också en betydande del av energianvändningen i transportsektorn medan resterande kategorier står för förhållandevis små delar. I denna studies beräkningar har antagits att 35 procent av de tunga lastbilarnas körsträcka körs på Orust samt att 75 procent av de lätta lastbilarnas körsträcka körs på Orust. Antagandet är baserat på tunga och lätta lastbilars dagliga sträcka samt de längsta avstånden mellan tätorter på Orust, för beräkningar av lastbilars körsträckor se bilaga 3 (Trafikanalys, 2012).

Bussresorna på Orust innefattar skolbussar, linjetrafik samt linjebuss från och till Orust (Hjerpe Thorsell, pers.medd.; Adolfsson, pers.medd.). Bussresor via linjetrafik till Göteborg har tagits med i beräkningarna på grund av den stora mängden pendlingsresor som görs, avsnitt 4.2.2. En avgränsning har gjorts i studien som innebär att personbåtar, personfärjor, mopeder, motorcyklar samt övriga fordon har uteslutats i beräkningarna, avsnitt 4.2.2.

Tabell 6. *Orust kommuns energianvändning i transport sektorn. Energianvändningen redovisas för bränsletyp samt fordonstyp i GWh per år.*

	El	Gas ²	Diesel ³	Bensin ³	Diesel MK1	HVO	Etanol ⁴	Miljöbil 13 ⁵	Miljöbil 07 ¹¹	Totalt
Personbil¹⁰	0,03 ¹	0,30	18,3	45,6			2,20	0,60	3,30	70,3
Tung lastbil⁶			11,2							11,2
Lätt lastbil⁶			9,50							9,50
Bussar⁷			0,07			0,02				0,09
Färjor⁸	0,02				0,04					0,06
Traktor⁹			5,40							5,40
Totalt	0,05	0,30	44,5	45,6	0,04	0,02	2,20	0,60	3,30	96,6

¹(Energimyndigheten, 2016)

²(Biogas öst, 2013)

³(Karlsson & Johansson, 2009; Örebro kommun, 2010; Trafikanalys, 2015a; Trafikanalys, 2015b; Trafikverket, 2012)

⁴(Svärd, 2012; Gröna bilister, 2013)

⁵(Autonet, 2016a)

⁶(Karlsson & Johansson, 2009; Trafikverket, 2012; Trafikanalys, 2015a; RUS, 2015)

⁷(Gröna bilister, 2013; Adolfsson, pers.medd.; Hjerpe Thorsell, pers.medd.)

⁸(Frid & Hansson, 2013; Wallén, pers.medd.; Östman, 2006; Wisell et al., 2015)

⁹(Statistiska centralbyrån (SCB), 2016)

¹⁰(Trafikanalys, 2015a; Trafikanalys, 2015b)

¹¹(Autonet, 2016b)

8.3.1 Totala energianvändningen

Den totala energianvändningen i Orust kommun idag har beräknats till 315 GWh per år se tabell 7. Energianvändningen redovisas efter kategorierna, transport, värme, el samt övrigt. I kategorin ”övrigt” ingår endast icke fossila bränslen från industrin. Kategorin ”övrigt” valdes att göras eftersom energianvändningen för industrin inte kunnat definieras och därför inte kunnat placeras i någon av huvudkategorierna. Det icke förnybara bränslet som används av industrin antas vara olja (Statistiska centralbyrån (SCB), 2016).

Tabell 7. Sammanställning av energianvändningen i Orust kommun idag. Redovisat efter användarkategori och underkategorierna fordonsslag samt förbrukningskategori i GWh per år.

Användarkategori	GWh
Transport	96,6
- Personbil	70,3
- Buss	0,10
- Tung lastbil	11,2
- Lätt Lastbil	9,50
- Färjor	0,10
- Traktorer	5,40
Värme	110
- Småhus	86,7
- Flerbostadshus	1,80
- Fritidshus	10,5
- Offentliga sektorn	11,2
El	106
- Jordbruk, skogsbruk, fiske	10,1
- Industri, bygg	15,5
- Offentlig sektorn	12,3
- Transport	0,50
- Övrig tjänst	20,6
- Småhus	17,7
- Flerbostadshus	7,80
- Fritidshus	22,0
Övrigt	2,30
- Industri	2,30
Totalt	315

8.4 Energiproduktion

I detta avsnitt redovisas öns totala energiproduktion i form av el-, värme- samt bränsleproduktion.

En mindre andel av elen produceras i kommunen. Idag finns det sju befintliga vindkraftverk. Dessa producerar tillsammans totalt 21 GWh per år och har en samlad effekt på 7214 kW (Energimyndigheten, 2013). Kommunen har också installerade solceller vilka totalt genererar 0,6 GWh ut på elnätet varje år (Carlsson, pers.medd.). Den totala elproduktionen på ön uppgår till 21,6 GWh per år, se tabell 8.

All värme i kommunen exklusive uppvärmning av el samt bränsle till uppvärmning, produceras på ön. Den bibränslebaserade värmeproduktionen från privata värmepannor och de två befintliga fjärrvärmeverken med tillhörande solfångare samt oljeuppvärmningen producerar totalt 44,2 GWh värme per år, tabell 8.

Tabell 8. *Orust kommuns förnybara energiproduktion idag. Värme- och elproduktion visas för varje energislag i GWh per år.*

	Värme(GWh)	El(GWh)
Biobränsle(Privat)	36,5 ¹	
Fjärrvärme & solfångare	7,70 ²	
Vindkraft		21,0 ³
Solceller		0,60 ⁴
Totalt	44,2	21,6

¹(Statistiska centralbyrån (SCB), 2016)

²(Orust kommun, 2015b; Orust kommun, 2015c)

³(Carlsson, pers.medd.)

⁴(Energimyndigheten, 2013)

Den resterande andelen energiproduktion produceras på annan ort och transporteras till kommunen. Elen som skickas till ön antas vara nordisk el-mix, se tabell 9. Nordisk el-mix har valts att användas i detta arbete eftersom all el på det nordiska elnätet består per definition av nordisk elmix (Fortum, 2010; Energimyndigheten, 2015c).

Tabell 9. *Energiproduktion utanför Orust kommun. Orust. Värme, el, transporter och industri energiproduktion redovisas för varje energislag i GWh per år.*

	Industri	Värme	El	Transport	Totalt
Nordisk el-mix		59,9	84,3		144
Bränsle/drivmedel				96,6	96,6
Olja	2,3	6,1			8,4
Total	2,30	66,0	84,3	96,6	249

8.5 Klimatgasutsläpp

I detta avsnitt redovisas klimatgasutsläppen från samtliga kategorier för Orust idag. Beräkningarna har gjorts genom redan fastställda siffror på kg CO₂/mil för transporter samt kg CO₂/kWh för värme, industri och el, se tabell 1 och 2. Mängden ton CO₂-ekv för varje kategori samt den totalt summan av klimatgasutsläpp redovisas i tabell 10. Produkten klimatgasutsläpp har beräknats genom att multiplicera antalet mil med tillhörande koldioxidekvivalent för transport samt mängden energi (GWh) med tillhörande koldioxidekvivalent för el, värme och industri, se avsnitt 4.3.

Tabell 10. *Orust kommuns totala klimatgasutsläpp. Klimatgasutsläppen redovisas för varje förbrukningskategori i koldioxidekvivalenter per år.*

Kategori	Ton CO ₂ / år
Transport	18 700
El	10 600
Värme	9 270
Industri	664
Totalt	39 200

9 Orust år 2030

I detta kapitel presenteras ett framtidsscenario för hur Orust kommun kan bli klimatneutral till år 2030. Här redovisas energieffektiviseringen av värme- och elanvändningen samt den procentuella minskningen av antalet personkilometer. Energianvändningen redovisas i tre avsnitt: transporter kap 9.2, värme kap 9.3 och el kap 9.4. Sist presenteras energiproduktion i kapitel 9.6 och klimatgasutsläpp i kapitel 9.7.

9.1 Energieffektivisering

Energieffektivisering är ett verktyg för att lättare och billigare nå ett klimatneutralt samhälle (Energirådgivarna, 2012). Genom att effektivisera energianvändningen krävs inte att lika stor andel fossil energi ersätts av förnybar energi. I detta avsnitt redovisas energieffektiviseringen som Orust antas göra till år 2030.

2014 sattes ett nytt ramverk för EU:s klimat-och energipolitik upp för att minska energikonsumtionen fram till år 2030, ramverket innehöll bland annat att genomföra minst en 27 procentig energieffektivisering (Regeringskansliet, 2015b). OKA har satt upp ett mål på en 12 procentig energieffektivisering till år 2020 (Malmén, pers.medd.). Med bakgrund av regeringens mål om en energieffektivisering på minst 27 procent antas i denna studie att Orust kommun kommer kunna göra en energieffektivisering på 30 procent inom kategorin el- och värmeanvändning fram till år 2030. Personkilometerna med personbil för invånarna i Orust kommun antas här kunna minska med omkring 12 procent. Antagandet görs utifrån att cykelbanor och cykeltrafiken kommer att utvecklas samt att antalet personkilometer har kunnat minskas i andra delar av Sverige (Orust kommun, u.å.; Juul, Lagercrantz & Hallander, 2011).

9.2 Transport

I detta avsnitt presenteras ett framtida scenario till år 2030 för fordonsflottan i Orust kommun. För att kommunen ska kunna bli ett klimatneutralt samhälle till år 2030 behöver stora delar av transporternas drivmedel bytas ut till förnybara bränslen. Energianvändningen av transporterna redovisas i de fem kategorierna: personbilar, bussar, lastbilar, färjor och traktorer. Energianvändning från flygresor, mopeder och motorcyklar har inte räknats med i detta scenario, se avsnitt 4.2.2.

9.2.1 Personbilar

I Orust kommun står personbilarna idag för den största andelen av energianvändning och emissioner inom fordonsflottan. I detta scenario antas personbilarnas totala energianvändning till år 2030 vara 21,8 GWh, se tabell 11. Antalet personbilar har antagits vara samma som idag. Personbilarnas totala körsträcka år 2030 har beräknats genom ett antagande för längre resor. Det har antagits att 32 procent av den totala sträckan är längre resor över 10 mil (en väg). Medelsträckan för längre resor har i denna studie antagits till 20 mil (en väg) och totalt 40 mil. De längre resorna har inte tagits med i beräkningarna eftersom avgränsningarna har gjorts till endast körning inom Orust kommun samt pendlarresor. Antagandena har gjorts utifrån RUS rapport samt SIKAs modell, se beräkningar i bilaga 2 (Trafikanalys, 2015c; RUS, 2015). Utifrån antagandet om längre resor samt den antagna procentuella minskningen av personkilometer, se avsnitt 9.1, har den totala sträckan för personbilar beräknats till 8,45 miljoner mil, tabell 11.

Idag står rena elbilar för en mycket liten del av kommunens personbilar, tabell 4. I Elforsk och Profus framtida scenario av Sveriges personbilsflotta år 2030 antas 40 % av personbilarna vara elbilar. I kategorin elbilar inräknas rena elbilar och ladd-hybrider (Sköldberg et al., 2010; Hansson & Grahn, 2013). I denna plan antas 55% av personbilarna vara rena elbilar. Den stora andelen elbilar antas vara möjlig att etablera på Orust på grund av den stora satsningen OKA vill genomföra för att elbilar ska etableras på ön samt den informationsspridning och kommunikation som kommer att finnas mellan OKA, kommun och invånare. Enligt Carlsson (pers.medd.) på OKA är 50% elbilar ett minimimål till år 2030. För att kunna ha en personbilsflotta bestående av 55% rena elbilar kommer flera laddningsstationer behöva införas, se avsnitt 9.6.

Fem procent av det resterande antalet bilar antas köras på biogas från den planerade biogasanläggningen, se avsnitt 9.6. Totalt kommer personbilarna drivas av biogas använda biogasbränsle med ett energivärde på 3,0 GWh, se tabell 11 (Biogas öst, 2013). Tankstationer för biogas antas finnas tillgängliga på mackarna i Orust kommun. Resterande 40 %-av de körda milen av personbilar antas bestå av fossildrivna miljöbilar (13), vilka uppfyller 2013 miljökrav på miljöbil, med klimatgasutsläpp på omkring 1 kg CO₂ ekvivalenter per mil, se avsnitt 4.3 och 9.6.1. (Autonet, 2016a; Loudiyi, 2016).



Bild 5. Elbil (Pixabay, 2016a).

Tabell 11. Personbilers antal, procentandel, körsträcka och energiförbrukning per mil samt totala energianvändning redovisat efter typ av drivmedel. Personbilarnas antal, procentandel och körsträcka är antagna/beräknade för denna studie.

Drivmedel	El	Miljöbil (13)	Gas	Totalt
Antal	5102	3711	464	9277
Andel fordon(%)	55	40	5	
Total körsträcka(mil)	4650000	3380000	422000	8452000
Energiförbrukning (kWh/mil)	1,5 ¹	3,5 ²	7,3 ³	
Totala energiförbrukning (GWh)	7,00	11,8	3,0	21,8

¹(Energimyndigheten, 2016)

²(Autonet, 2016a; Loudiyi, 2016)

³(Biogas öst, 2013)

9.2.2 Bussar

Linje- och skolbussarna på Orust körs av två bussbolag, Nettbuss och Bergkvarabuss. De resterande bussbolagen som är etablerade i kommunen kör långväga resor utanför Orust kommun (Hjerpe Thorsell, pers.medd.; Adolfsson, pers.medd.). På grund av detta har dessa resterande bussbolags trafik inte tagits med då avgränsning har gjorts till trafik inom Orust kommun, se avsnitt 4.2.2. Hemtjänst och handikappbussar har inte tagits med då dessa antas stå för en obetydlig del av den totala sträckan. Nettbuss busstrafik till Göteborg har tagits med i beräkningarna eftersom sträckan är nödvändig för Orustbornas pendlingsresor, se 4.2.2.

Den totala sträckan bussarna i kommunen kör varje år är 2400 mil (Hjerpe Thorsell, pers.medd.; Adolfsson, pers.medd.). Alla Orust linje- och skolbussar har antagits köras på biogas år 2030. Detta bör vara en av de enklaste förändringarna

då flera exempel på omställning till biogasbussar i svenska kommuner redan har etablerats. Exempelvis är hela Skånes stadstrafik helt fossilfri där bland annat Malmö och Lunds stadsbussar körs på biogas (Ryden, 2015). Det har antagits att den totala sträckan för busstrafiken år 2030 är samma som i nuläget, i en utförligare studie rekommenderas en utvärdering av detta då sträckan mest troligt kommer att bli längre. Bussarnas energiförbrukning av biogas antas vara 0,10 GWh, se tabell 12. Biogasen antas kunna produceras i den planerade biogasanläggningen och tankning av biogas antas finnas tillgänglig på Orust.

9.2.3 Lastbilar

Lastbilarna i Orust kommun antas stå för den största energianvändningen inom transportsektorn år 2030. Att energianvändningen för lastbilarna är större än personbilarnas år 2030, beror till största del på att mer än hälften av personbilarna antas vara elbilar, se avsnitt 9.2.1.

Lastbilarnas totala körsträcka år 2030 antas vara densamma som idag, vilket är utgångspunkten i beräkningar av antagen sträcka inom kommunens gränser. Antagande om lastbilarnas körsträcka inom kommunens gränser har gjorts utifrån Trafas rapport (Trafikanalys, 2012). Under en vanlig arbetsdag kör en tung lastbil i genomsnitt 201 km och en lätt lastbil omkring 83 km (Trafikanalys, 2012). Avstånden mellan Orust större orter överstiger inte 30 km. I denna studie antas 35 % av den totala körsträckan för tunga lastbilar och 75 % av den totala körsträckan för lätta lastbilar med registrering på Orust köra inom kommunens gränser. Det antas att en 25 % effektivisering av dieselmotorer för tunga lastbilar kommer göras till år 2030 (Trafikverket, u.å.). Av de tunga lastbilarna antas 70 % respektive 50 % av de lätta lastbilarna köras på Diesel (B100). Diesel (B100) är diesel helt baserat på biobränsle med noll klimatgasutsläpp (Wisell et al., 2015). Antagandet om en 70 % biodieseldriven tung lastbilsflotta grundas i Svenska Petroleum och Biodrivmedel Institutets (SPBI) visionsbild av bränsle fördelning av Sveriges tunga lastbilar år 2030 (Hansson och Grahn, 2013). Det tänkta scenariot att 50 % av de lätta lastbilarna körs på biodiesel grundas inte på en specifik källa utan har antagits utifrån källor för visionsbilden av personbilar och tunga lastbilar. Resterande 30 % av de tunga lastbilarna antas köras på diesel (B20), vilket är en mixad diesel som består av runt 20 procent biodrivmedel och omkring 80 procent fossila bränsle (Wisell et al., 2015). De kvarvarande 50 % av lätta lastbilar antas köras på biogas från biogasanläggningen, se avsnitt 9.5.1. Den totala energimängden av biogas för lätta lastbilar kommer vara 13,15 GWh och kommer att utgöra den största delen av biogASFörbrukningen på Orust, se tabell 12.

9.2.4 Färjor

Färjetrafiken på Orust består idag av fyra större färjor som går från och till Orust från fyra separata destinationer. Det antas att dessa färjor fortfarande kommer att finnas kvar i trafik år 2030 men att alla färjorna då går på el på samma sätt som Malöleden (Orust eldrivna färja) gör idag. Beräkningar av elanvändningen per mil har gjorts utifrån uppgifter utgivet av trafikverket (Wallén, pers.medd.). Det har antagits att elanvändningen per mil är detsamma för alla fyra färjorna. Eftersom en av färjorna redan idag går på el antas detta vara ett rimligt antagande och en relativt lätt omställning (Wallén, pers.medd.). Energianvändningen kommer totalt uppgå till 0,30 GWh och drivas på förnybar el från Orust, se tabell 12. Avgränsning i denna studie: personfärjor och mindre båttrafik har inte tagits med i beräkningarna, se avsnitt 4.2.2.

9.2.5 Traktorer

Traktorerna i Orust kommun antas drivas med diesel (B100) (100 procent baserat på biobränsle) år 2030, se tabell 12. Antagandet baseras inte på några undersökningar, då sådana inte har hittats. Dessa antagande ses därför som mycket osäkra och i en fortsatt studie av fordonsflottan rekommenderas det att undersöka detta vidare. Diesel (B100) antas finnas tillgängligt på alla mackar på Orust år 2030, se avsnitt 9.6.

Tabell 12. *Energianvändning i transportsektorn. Redovisat efter fordonstyp och typ av drivmedel i GWh per år.*

Drivmedel	El	Diesel(B100)	Miljöbil	Biogas	Diesel (B20)	Totalt
Personbil	7,00		11,8	3,00		21,8
Tung lastbil		9,00			2,50	11,5
Lätt lastbil		9,30		15,0		24,3
Bussar				0,10		0,10
Färjor	0,30					0,30
Traktor		5,40				5,40
Totalt	7,30	23,7	11,8	18,1	2,50	63,4

9.3 Värmeanvändning

Den antagna värmeanvändningen för Orust kommun år 2030 presenteras i detta avsnitt. Energibehovet till värmeanvändningen antas effektiviseras med 30 % fram till år 2030, se avsnitt 9.1. Energianvändningen till värme presenteras efter bränsleanvändning samt efter användarkategori.

I småhus år 2030 antas biobränsle stå för den största andelen förnybar energi. Energianvändningen i denna kategori antas endast öka med 0,5 GWh från nulägets användning, se tabell 13. Andelen uppvärmning med el antas ersättas av fler anslutningar till de två befintliga fjärrvärmeverken samt av nya installationer av solfångare. Solfångarna antas installeras som komplement till biobränslepannor och värmepumpar så att systemen kan generera värme under hela året. Det antas att en liten andel olja fortfarande finns kvar för spetslast under kalla perioder. Alla flerbostadshus antas vara anslutna till något av de två befintliga fjärrvärmeverken, se tabell 13. För fritidshusen antas fortfarande den största andelen av värmebehovet utgöras av eluppvärmning med kompletterande solfångare. Fjärrvärmeuppvärmning med en liten andel olja för spetslast antas utgöra uppvärmningen till den offentliga sektorn. Olja har valts att användas som bränsle till spetslast, även om bio-olja mestadels används till detta ändamål idag. Detta har gjorts eftersom närmare undersökningar på bio-olja inte har beskaffats i detta arbete. Antagandena om värmeanvändning är baserade på ett år.

Tabell 13. *Värmeanvändning redovisat efter förbrukningskategori och energislag i GWh per år.*

	Biobränsle privat	El	Olja	Fjärrvärme+ Sol	Solfångare	Totalt
Småhus	37,0	13,6	0,10	5,00	5,00	60,7
Flerbostad				1,30		1,30
Fritidshus		4,80			2,50	7,30
Offentliga sektorn			0,30	7,50		7,80
Totalt	37,0	18,4	0,40	13,8	7,50	77,1

9.4 Elanvändning

Nedan presenteras den antagna elanvändningen i Orust kommun år 2030. Elanvändningen antas effektiviseras med 30 %, se avsnitt 9.1. Elanvändningen till uppvärmning samt transporter redovisas i avsnitt 9.3 samt 9.2 och redovisas därför inte här. Elanvändningen presenteras i förbrukningskategori och i GWh per år, se tabell 14.

Förbrukningskategorin fritidshus antas stå för den största andelen elanvändning år 2030. Övriga tjänster, småhus och industri samt byggnation står också för stora delar av användningen. Kategorin flerbostadshus står för den näst minsta andelen elanvändningen efter transportsektorn. Den extra ”nya” elanvändningen på 7,0

GWh/år i transportsektorn redovisas inte i tabell 14, se istället avsnitt 10.2 och 10.4.1. Totalt är elanvändningen, bortsett från el till uppvärmning 18,4 GWh och transport 7,3 GWh, beräknad till 79,1 GWh/år till år 2030, tabell 14.

Tabell 14. *Elanvändning redovisat efter förbrukningskategori i GWh per år.*

Förbrukningskategori	GWh
Jordbruk, skogsbruk, fiske	7,50
Industri, bygg	11,5
Offentlig verksamhet	9,10
Transport*	0,30*
Övrig tjänst	15,3
Småhus	13,2
Flerbostad	5,80
Fritidshus	16,4
Totalt	79,1

*Den nya extra elanvändningen på 7,5 GWh för transportsektorn år 2030 visas inte.

9.5 Totala energianvändningen

Den totala energianvändningen på Orust år 2030 är beräknad till 220 GWh och redovisas i tabell 15. Energianvändningen redovisas efter kategorierna transport, värme, el samt övrigt. Industrins energianvändning har antagits vara densamma år 2030, som idag.

Tabell 15. Sammanställning av energianvändningen på Orust år 2030. Redovisat efter användarkategori och underkategorierna fordonsslag samt förbrukningskategori i GWh per år.

Användarkategori	GWh
Transport	63,4
- Personbil	21,8
- Buss	0,10
- Tung lastbil	11,5
- Lätt Lastbil	24,3
- Färjor	0,30
- Traktorer	5,40
Värme	77,1
- Småhus	60,7
- Flerbostadshus	1,30
- Fritidshus	7,30
- Offentliga sektorn	7,80
El	79,1
- Jordbruk, skogsbruk, fiske	7,50
- Industri, bygg	11,5
- Offentlig sektorn	9,10
- Transport	0,30
- Övrig tjänst	15,3
- Småhus	13,2
- Flerbostadshus	5,80
- Fritidshus	16,4
Övrigt	2,30
- Industri	2,30
Totalt	222

9.6 Energiproduktion

Antagen framtida energiproduktion presenteras i de tre huvudkategorierna transport, värme och el. I det sista avsnittet visas beräkningar av de totala klimatgasutsläppen samt beräkningar för ersättning av klimatgasutsläppen.



Karta 2. Orust 2030. Översiktlig bild av placering och byggnation av framtidsscenario.

- | | |
|---------------------|-----------------------------|
| 1. Vågkraft | 6. Befintligt vindkraftverk |
| 2. Sjöpungsodling | 7. Nybyggda vindkraft |
| 3. Biogasanläggning | 8. Stor solkraftpark(VOE) |
| 4. Snabb laddstolpe | 9. Solkraft |
| 5. Fjärrvärmeverk | |

9.6.1 Bränsle till Transport

Bränsleproduktion utanför Orust kommun

Den största andelen av energiproduktion av bränsle till transportsektorn antas produceras på annan ort. Diesel (B20), biodiesel (B100) samt bränsle till miljöbilar antas fraktas till ön via lastbilar. Lastbilarna som fraktar bränsle till ön ingår i det framtida scenariot av lastbilstransporter på ön. Antalet lastbilar antas vara detsamma efter förändringarna i bränslebehovet år 2030. I en vidare studie rekommenderas det att undersöka transporternas beteendemönster vid en förändring av bränslebehovet. I denna rapport har endast körsträcka för lastbilar inom kommunen beräknats, se avsnitt 4.2.2. Utbud av ovan redovisat bränsle antas år 2030 finnas på alla Orust tankstationer. Redan idag kan 100 procent

HVO (Biobränsle) tankas på flera OKQ8 mackar och företaget Circle K (f.d. Statoil) arbetar med att utveckla sitt biodieselnät. Flera av dieselmotorerna, framförallt i tunga fordon, kan idag tankas med Diesel (B100). Utvecklingen anses därför mycket lovande för tankstationer med biodrivmedel fram till år 2030 (Circle K, 2016; Alestig, 2015).

Elproduktion

Elproduktion för elbilar samt färjors energibehov i Orust kommun redovisas i avsnitt 9.6.3. Orust är redan idag en kommun med flera laddningsstationer för elbilar, omkring 25 stycken (Uppladdning, 2016). Det antas i det framtida scenariot att fyra nya snabb ladd-stolpar placeras ut i Orust fyra största orter, Ellös, Henån, Svanesund och Varekil, se karta 2 för placering. Utöver de nuvarande ladd-stationerna antas ytterligare 30 nya laddstationer (inte snabbbladdare) byggas på Orust. Placeringen av laddstolparna antas vara på allmänna parkeringsplatser, köpcentrum och p-hus.

Biogasanläggning

Planerad biogasanläggning, vilken kommer producera biogas till bussar, lastbilar samt personbilar på Orust, är tänkt att placeras utanför Tegneby mellan Ellös och Varekil (Hjort et al., 2015). Biogasanläggningen ska kunna producera omkring 19 GWh biogas per år för att täcka upp för årsbehovet av biogas till fordon på 18,1 GWh, se tabell 12. I biogasanläggningen kommer slakteriprodukter, fiskslam, nötflytgödsel, avloppsslam, fastgödsel samt sjöpfung rötas till biogas. Enligt OKA:s undersökning av en potentiell biogasanläggning har det beräknats att restprodukter från Orust näringsliv har potential att producera omkring 10 GWh per år (Hjort et al., 2015). Resterande bränsle till produktion av 9 GWh biogas antas komma från närliggande sjöpongsodling. Sjöpfung odlas på liknande sätt som musslor med nedsänkta odlingsland. Djuren är naturligt förekommande längs västkusten och har tillväxthastighet på runt två centimeter per månad (Svenska miljöinstitutet (IVL), 2015). Kusterna utanför Orust är väl anpassade för musselodling och intresset för vattenbruk från länsstyrelsen samt EU är stort (Länsstyrelsen Västra Götaland län, u.å.). Utanför Tjörn finns en teststation där bränslet redan har testats att rötas. Enligt Marin biogas kan 1 hektar sjöpongsodling ge upp till 650 MWh per år. Det är från denna data beräkning av antalet hektar som behövs för 9 GWh har gjorts i denna studie.

I bukten utanför Varekil och Tegneby är ett av riksintressena yrkesfiske. Detta betyder att platsen i första hand är avsedd för yrkesfiske (Orust kommun, 2007). I denna bukt med nära avstånd till den planerade biogasanläggningen är odlingen tänkt att placeras (karta 2). Den totala odlingen kommer att vara omkring

14 hektar (0,14 km²). Undersökningen som gjorts på en framtida biogasanläggning på Orust visar att produktion av biogas skulle vara en positiv ekonomisk investering (Hjort et al., 2015).



Bild 6. *Sjöpung* (Wikimedia, 2010).

Klimatgasutsläpp

De totala klimatgasutsläpp som transportsektorn bidrar med efter den antagna omställningen till år 2030 är beräknat till 3 820 ton CO₂, tabell 16. Beräkningar av klimatgasutsläpp presenteras närmare i avsnitt 9.7.

Tabell 16. *Orust kommuns transport sektors klimatgasutsläpp år 2030. Redovisas efter typ av bränsle i ton CO₂.*

	Miljöbil	Diesel (B20)	Totalt
Körsträcka (Mil)	3380000	96400	
Koldioxidekvivalenter (kg CO₂/mil)	1,00 ¹	4,60 ²	
Totalt (ton CO₂)	3 380	444	3 820

¹(Autonet, 2016a)

²(Wisell et al., 2015)

9.6.2 Värmeproduktion

Värmeproduktion på Orust år 2030 antas utgöras av solfångare, privata biobränslepannor, befintliga fjärrvärmeverk, el och olja. Privata biobränslepannor antas stå för den största produktionen av värme. Produktionen av el till uppvärmning redovisas i avsnitt 9.6.3. All el som används till uppvärmning baseras på el från förnybara energislag. All värmeproduktion antas göras på Orust

samt antas att fasta bränsle har sitt ursprung på ön. Flytande bränsle antas fraktas till ön med lastbil.

Solfångare

Solfångare absorberar solens energi och omvandlar denna till värme. Solfångare antas stå för en betydande andel av småhus- och fritidshusuppvärmningen. Det antas att 7,5 GWh värme produceras från solfångare per år i Orust kommun, tabell 13. Nedan redovisas antalet m² solfångare samt kombinationen av solfångare och andra energislag.

Solfångare antas byggas på hushållstak i kombination med en biovärmepanna alternativt en värmepump för att värme ska kunna dimensioneras över hela året. Fler energiföretag rekommenderar en mix av värmepumpar och solfångare eller en mix av solfångare och biobränslepannor. Alternativen är både ekonomiskt och energimässigt bättre än endast uppvärmning med värmepump eller biobränslepanna (Holmgren, 2015; Svesol, u.å.). Solfångare antas stå för 7,5 GWh av Orust värmeproduktion år 2030. Att andelen inte har antagits vara större beror på konkurrensen av yta mellan solfångare och solceller. Solfångare har en potential som ligger mellan 200-700 W per kvadratmeter. I denna studie har det antagits att solfångare har en effekt på 500 W per m² (Svensk solenergi, 2013a). Det krävs alltså 2 m² solfångare för 1 kW effekt. Orust antas ha en full effekt av soltimmar på 937 timmar per år (Orust kommun, 2016). Med bakgrund av denna fakta antas en effekt på 8 MW installeras på en yta av 16 000 m². Eventuell outnyttjad energi under sommarhalvåret på grund av mindre användningsbehov har inte tagits i beaktning. Denna beaktning bör göras i vidare studier för att åstadkomma ett mer realistiskt resultat. Solfångare kräver inga tillstånd för bebyggelse på bostadshus med ett till två hushåll (Svensk solenergi, 2013b).

Fjärrvärmeverk inkl. solvärme

De två befintliga fjärrvärmeverken antas förse den offentliga sektorn, flerbostadshus samt småhus med värme. Den totala energiproduktionen i fjärrvärmeverken antas år 2030 uppgå till 13,8 GWh per år. Det större fjärrvärmeverket är placerat i Ellös och har en flispanna med en kapacitet på 4 MW. Det mindre fjärrvärmeverket ligger i orten Henån och använder en pelletspanna med kapacitet på 1,2 MW. Båda verken har solfångare installerad vilka producerar värme till verken under sommarmånaderna (Orust kommun, 2015b; Orust kommun, 2015c). Solfångarna antas producera lika stor mängd värme år 2030 som idag vilket totalt uppgår till 0,6 GWh (Carlsson, pers.medd.). Verken antas gå på full effekt 2500-3000 timmar per år.

Bränslet, pellets och flis, antas produceras inom Orust kommuns gränser. Fjärrvärmeproduktion antas ersätta en del av eluppvärmningen i småhus då dessa ansluter sig till det befintliga fjärrvärmenätet. Den största andelen av den offentliga sektorns oljeuppvärmning antas ersättas av värme från fjärrvärmeverken.

Olja

Energiproduktion av uppvärmning från olja antas vara 0,4 GWh per år. Denna andel antas behövas för uppstart av de två befintliga fjärrvärmeverken samt för spetslast vid mycket kalla perioder och kan därför inte helt fasas ut. Ett alternativ till olja är bioolja som används mycket redan idag. Detta alternativ har inte undersökts men diskuteras i diskussion, se kap 10.

Biobränsle (privat)

Värmeproduktion av biobränsle i privata värmepannor antas stå för 37 GWh per år. Värmeproduktionen från biobränsle (privat) antas stå för den största andelen av småhusuppvärmning. Bränslet till pannorna antas produceras i Orust kommun. Ett antal nya pannor antas installeras fram till år 2030. Trots en installation av fler biobränslepannor antas endast den privata biobränsleproduktionen öka med 0,5 GWh. Detta beror på att solfångare antas installeras och ersätta en del av uppvärmningen av vatten samt att en effektivisering av värmeanvändningen sker fram till år 2030.

Klimatgasutsläpp

De totala klimatgasutsläpp som uppvärmning av olja bidrar till efter den antagna omställningen till år 2030 är beräknat till 116 ton CO₂, tabell 17. Beräkningar av klimatgasutsläpp presenteras närmare i avsnitt 9.7.

Tabell 17. Orust kommuns klimatgasutsläpp från uppvärmning. Redovisas efter energislag i ton CO₂.

Värme (Olja)	
Energianvändning(GWh)	0,40
Koldioxidekvivalenter(ton CO₂/GWh)	291 ¹
Totalt (ton CO₂)	116

¹(SABO, 2013; Gode et al., 2011)

9.6.3 Elproduktion

Orust kommuns elproduktion antas bestå av 100 procent förnybar el. Utöver Orust kommuns elbehov antas extra produktion behöva göras för att täcka upp för de klimatgasutsläpp som transportsektorn, uppvärmning av olja samt industrin på Orust står för, se 9.7. Elproduktionen på Orust kommer bestå av vind, sol och vågkraft. Dessa tre energislag har valts eftersom de antas vara de bästa alternativen utifrån undersökningen i detta scenario. Kraftvärme skulle också vara ett lämpligt alternativ men har valts att uteslutas ur denna studie eftersom värme från verken var svår att hitta användning till samt eftersom bränsleresurser på ön inte undersökts tillräckligt. Den totala elproduktionen antas uppgå till 143 GWh per år.

Totala elproduktion

Den totala elproduktionen som behövs för att täcka upp för år 2030:s elanvändning, el till uppvärmning, transporter och ersättning av klimatgasutsläpp är 142 GWh, se tabell 18. Den nuvarande förnybara energiproduktionen på ön uppgår till 21,6 GWh per år, tabell 5. Den nya elproduktionen år 2030 behöver därför minst vara 121 GWh per år. Elproduktion år 2030 är i denna studie är beräknad till 143 GWh per år, för detaljerad beskrivning se tabell 19.

Tabell 18. *Totala elproduktion i Orust kommun år 2030. Redovisas efter kategori i GWh per år.*

Kategori	GWh/år
Elanvändning	79,1
El för uppvärmning	18,4
El för transporter	7,30
El för ersättning av klimatgasutsläpp	37,0
Totalt	142
Totala exklusive nuvarande förnybar elproduktion	121

Landbaserad vindkraft

Landbaserade vindkraftverk är en av Sveriges stora elleverantörer och står idag för en betydande del av elproduktionen. Vindkraftverk producerar el genom att utnyttja vindens energi (Energimyndigheten, 2011)

Orusts elproduktion av landbaserad vindkraft antas vara 22,4 GWh el per år 2030 utöver den redan befintliga vindkraften på 21 GWh. I enlighet med Orust kommuns vindbruksplan är Hårleby väster direkt utpekad som riksintresse för vindkraft. Vindkraftsbyggnationer i detta område ska prioriteras. I området finns redan tre existerande verk med en samlad effekt på 6000 kW (Carlstedt, 2015).

Enligt vindbruksplanen finns det en rekommendation av högst tre nya verk med en högsta effekt på 2 MW per verk. Fler verk på samma plats kommer att ha en för stor påverkan på landskapsbilden. De tre verk som enligt vindbruksplanen kan upprättas i området antas också upprättas i denna studie. Verken antas ha en effekt på 2 MW och producera omkring 5600 MWh/år per verk, vilket totalt beräknas till 16,8 GWh. Vindkraften antas ha en full effekttid på 2800 timmar om året (Västra Götalandsregion, 2016). I vindbruksplanen presenteras det också andra möjliga områden för vindkraft "Övriga Områden" där vindkraftverk skulle kunna upprättas. Totalhöjden på vindkraftverken i dessa områden ska vara cirka 90 meter. På de "Övriga områdena" kan endast enstaka verk placeras tillsammans.

Med enstaka verk menas ett till två verk. Vindkraften i dessa områden antas placeras utifrån kriterierna 500 m från närmaste bostad. Eftersom verken enligt vindbruksplanen i dessa områden ska vara cirka 90 meter antas dessa verk ha en effekt på 1 MW (Orust kommun, 2015a). Två stycken enstaka verk antas byggas i denna studie, se karta 2. De enstaka verken antas liknande vindkraftverken på 2 MW och ha en full effekt på 2800 timmar per år (Västra Götalandsregion, 2016). Alla landbaserade vindkraftverk antas tillsammans ha en samlad årlig elproduktion på 22,4 GWh per år, se tabell 19.

Havsbaserad vindkraft

Havsbaserad vindkraft är en växande energikälla som idag finns på ett antal platser i Sverige. Havsbaserad vindkraft fungerar på samma sätt som landbaserad vindkraftverk, det vill säga den omvandlar energi i vind till elenergi genom stora rotorblad. Havsbaserade vindkraftverk har ofta en högre effekt och producerar mer elenergi än landbaserad då vindtimmarna till havs är fler än på land (Eon, 2016).

I denna plan antas fem havsbaserade vindkraftverk placeras utanför ön Måseskär. De fem vindkraftverken kommer att stå för den största andelen av Orust elproduktion. Verken antas producera 60 GWh el per år. Vindförhållandena utanför Orust är mycket goda där medelvindhastigheten uppgår till över 8,5 m/s (Västra Götalandsregionen, 2010). Det är flera faktorer som spelar in vid utbyggnad av havsbaserad vindkraft. Vindstyrkan är en av dessa faktorer. Andra aspekter är vattendjup, avstånd till land samt motstridande riksintressen. För att ett havsbaserat vindkraftverk ska kunna byggas kan det högst vara ett vattendjup på 40 m (Västra Götalandsregion, 2010). Sträckan mellan vindkraftverk och land där elen kan utnyttjas spelar också en stor roll för utbyggnad av havsbaserad vindkraft. Avståndet mellan land och vindkraftverk bestäms framförallt av djupförhållanden men även av hur vindkraften påverkar landskapsbilden för boende samt bullerproblematiken (Naturvårdsverket, 2015). Mellan en till två kilometer utanför

Måseskär ligger djupet på omkring 17 meter och sträckan till närmast boende är omkring fyra kilometer. Det finns ett motstridande riksintresse inom detta område, totalförsvaret, och ett natura 2000 område vilket sträcker sig runt om Måseskär (Orust kommun, 2015a). Dessa motstridande intressen skulle kunna skapa problem vid en tillståndsansökan. Dock har alla andra potentiella platser med ett djup under 40 meter flera motstridande intressen inom området, t.ex. naturvård och högexploaterad kust (Orust kommun, 2015a). Detta är grunden till att Måseskär har valts för de havsbaserade vindkraftverken, se karta 2. De fem verken antas ha en total effekt på 15 MW där varje vindkraftverk antas ha en effekt på 3 MW och fulleffekttimmar har antagits vara 4000 timmar per år. Detta är inom intervallet för havsbaserad vindkraft (Västra Götalandsregionen, 2016). Byggnation av havsbaserade vindkraftverk är idag ingen lönsam investering. Innan år 2030 antas nya statliga subventioner ha införts vilket skulle göra havsbaserad vindkraft till en energikälla som kan konkurrera med andra energikällor, se kapitel 7.

Vågkraft

Vågkraft är en energikälla som omvandlar vågornas energi till elenergi (Nationalencyklopedin, 2016b). Vågkraft är idag en ny teknik som fortfarande befinner sig i ett tidigt stadium. I januari 2016 levererades den första kommersiella elen ut på det svenska elnätet (Alpman, 2016). R. Waters (pers.medd.), forskare på Uppsala Universitet och anställd på vågkraftföretaget Seabased, menar att vågkraft kommer vara en allmän kommersiell energikälla år 2030.

Av den totala elproduktionen på Orust antas 27,5 GWh per år produceras från en vågkraftpark. Parken är tänkt att placeras ute till havs 3-7 km väster om byn Härmanö på Orust. Området har mycket goda förhållande för vågkraft. Vågornas energiinnehåll ligger på 4-6 kW/m vågfront i genomsnitt per år och kan gå upp till det dubbla under energirika månader med stora och mycket vågor (Harrie et al., 2016). Idag är området planerat för en testbädd för forskning av vågkraft. Denna testbädd antas kunna producera el till det nordiska elsystemet år 2030 (Harrie et al., 2016). I denna plan antas en del av testbädden utvecklas till en kommersiell vågkraftpark. Antalet vågbojar som behöver installeras för att kunna producera 27,5 GWh el per år är 367 WEC (Vågkraftboj). Vågkraftsbojorna antas komma från vågkraftföretaget Seabased och ha en installerad effekt på 30 kW per enhet, vilket ger en samlad effekt på 11 MW. Med antagandet att varje enhet kommer producera energi på fulleffekt 2500 timmar om året uppgår elproduktionen till 27,5 GWh/år (Fortum, 2014). Med ett avstånd på 50 meter mellan varje boj och en diameter på 6 meter för varje boj beräknas ett ytvattenområde på omkring 0,5 km² behövas (Seabased, 2013). Det finns en befintlig mätstation på Härmanö som idag används av vågkraften i Lysekils projekt (Sveriges största vågkraftprojekt som

sedan 2016 levererar ut el på det nordiska elnätet). Denna mätstation skulle hypotetiskt också kunna användas för en kommande vågkraftpark (Ström, 2014). Vågkraftens största konkurrerande intresse vid ett avstånd av 4 km utanför Härmanö är riksintresse för friluftsliv och totalförsvar (Orust kommun, 2015a). Området på en halv km² är ett mycket begränsat område med mycket goda avsikter för flera av länsstyrelsens miljömål, bland annat ”Begränsad klimatpåverkan” och ”frisk luft” och antas därför kunna konkurrera med riksintresse för en möjlig placering (Naturvårdsverket, 2016).

Solkraft

Solceller är en relativt ny teknik vilken idag är mycket utbredd i bland annat Tyskland. I Sverige är tekniken inte lika utbredd men solceller börjar installeras på fler platser och antas växa mer under kommande år (Klotet, 2016). Solceller absorberar solens energi och omvandlar denna till elenergi (Vattenfall, 2013).

Det antas i denna studie att solkraften kommer stå för en betydande andel av Orust elproduktion år 2030, 11,7 GWh per år. För att producera denna mängd el behöver en total effekt på 12,5 MW installeras och en area på 75 000 m² täckas med solceller. Vid beräkning av den totala ytan har 6 m² antagits kunna producera 1 kW där solcellerna har en fulleffekt på 937 timmar om året (Ehrenberg, 2016; Orust, kommun 2016).

Enligt undersökningen ”Orust kommuns potential för elproduktion från takmonterade solceller” har det antagits att 10 400 m² på kommunens byggnader har god potential för solceller (Orust kommun, 2016). Det har därför antagits att 10 400 m² solceller kommer byggas på dessa kommunala tak. Västra Orust energitjänst har planer på att bygga ut stora arealer med solkraft, upp till 4 MW (Ivarsson, pers.medd.; Malmén, pers.medd.). Anläggningarna är tänkta att ligga på Slätthult och Månsemyr och byggas på 24 000 m² mark, se karta 2. Resterande 38 000 m² är tänkta att byggas på privata tak och privat mark. Enligt Sanden (2016) har solceller en mycket stor potential att växa som energislag. En ny affärsidé, som har getts stort intresse, innebär att elbolag hyr och installerar solceller på privata hustak i utbyte mot att ett elavtal skrivs med husägarna. Idén har väckt intresse hos husägare som tidigare inte funderade på solceller (Ström, 2016; Ehrenberg, 2016). Med utgångspunkt i att denna affärsidé utvecklas och etableras på Orust antas en produktion av 11,7 GWh vara rimlig.

9.6.4 Totala energiproduktionen

Studien visar att Orust kommun år 2030 kan komma att producera 245 GWh energi och konsumera energi på 220 GWh, se tabell 19 och 14. Detta visar att

kommunen år 2030 nått målet energineutralitet, eftersom produktionen på Orust är större än konsumtionen. Resultatet i denna studie visar också att kommunen kan bli ett klimatneutralt samhälle till år 2030 eftersom förnybar el produceras i större mängd (143 GWh) än den totala elanvändningen och ersättningen av el för klimatgasutsläpp på ön (142 GWh), se tabell 19 och 17. Sammanställning av klimatgasutsläpp redovisas i kommande avsnitt 9.7.

Tabell 19. Sammanställning av möjlig energiproduktionen (tillförd energi exkl. ev. distributionsförluster m.m.) i Orust kommun år 2030. Redovisat i användarkategori och underkategori för varje energislag i GWh per år.

Användarkategori	GWh
Transport	63,4
- Biogas	18,1
- El**	7,3
- Diesel (B100)*	23,7
- Diesel (B20)*	2,50
- Bränsle Miljöbil(13)*	11,8
Värme	77,1
- Fjärrvärme + solfångare	13,8
- Värmepanna(biobränsle(P))	37,0
- Solfångare	7,50
- El**	18,4
- Olja*	0,40
El	143
- Landbaserad vindkraft	22,4
- Havsbaserad vindkraft	60,0
- Vågkraft	27,5
- Solkraft	11,7
- Befintlig vind-och solkraft	21,6
Övrigt	2,30
- Olja*	2,30
Totala energiproduktion inklusive produktion utanför ön.	286
Totala energiproduktion exklusiv produktion utanför kommunen.	245

*Bränsle vilket produceras utanför Orust kommun

**El vilken är medräknad i förnybar elproduktion

9.7 Sammanställning klimatgasutsläpp

Klimatgasutsläpp samt elenergin vilken har antagits ersätta klimatgasutsläpp på Orust presenteras i detta avsnitt. Klimatgasutsläpp redovisas för kategorierna transport, värme och industri. Förnybar elenergi antas ersätta nordisk el-mix vilket ger den förnybara elen negativa klimatgasutsläpp. Beräkningar enligt beskrivningar i avsnitt 4.3.

Uppvärmning, industri och transport

Den andel olja som antas används till uppvärmningen och industri samt beräknade klimatgasutsläpp från kategorierna värme, industri och transporter år 2030 visas nedan i tabell 20. Oljan har ett utsläpp på omkring 291 ton CO₂-ekv per GWh (SABO, 2013; Gode et al., 2011). Kategorin transporter innefattar klimatgasutsläpp från Diesel (B20) för lastbilar samt bränsle till miljöbilar (13) vilka antas ha klimatgasutsläpp på 4,6 kg CO₂/mil respektive 1 kg CO₂/mil (Autonet, 2016a; Wisell et al., 2015). De totala utsläppen från samtliga kategorier är beräknat till 4600 ton CO₂, se tabell 20.

Tabell 20. Orust kommuns klimatgasutsläpp från uppvärmning, industri och transporter. Redovisas efter energislag i ton CO₂.

	Värme(Olja)	Industri (Olja)	Miljöbilar (13)	Diesel (B20)	Totalt
Energianvändning (GWh)	0,40	2,30			
Körsträcka (Mil)			3380000	96400	
Koldioxidekvivalenter (ton CO₂/GWh)	291 ¹	291 ¹			
Koldioxidekvivalenter (kg CO₂/mil)			1,00 ²	4,60 ³	
Totalt (ton CO₂)	116	664	3380	444	4600

¹(SABO, 2013; Gode et al., 2011)

²(Autonet, 2016a)

³(Wisell et al., 2015).

Totalt klimatgasutsläpp och ersättning av förnybar el (GWh)

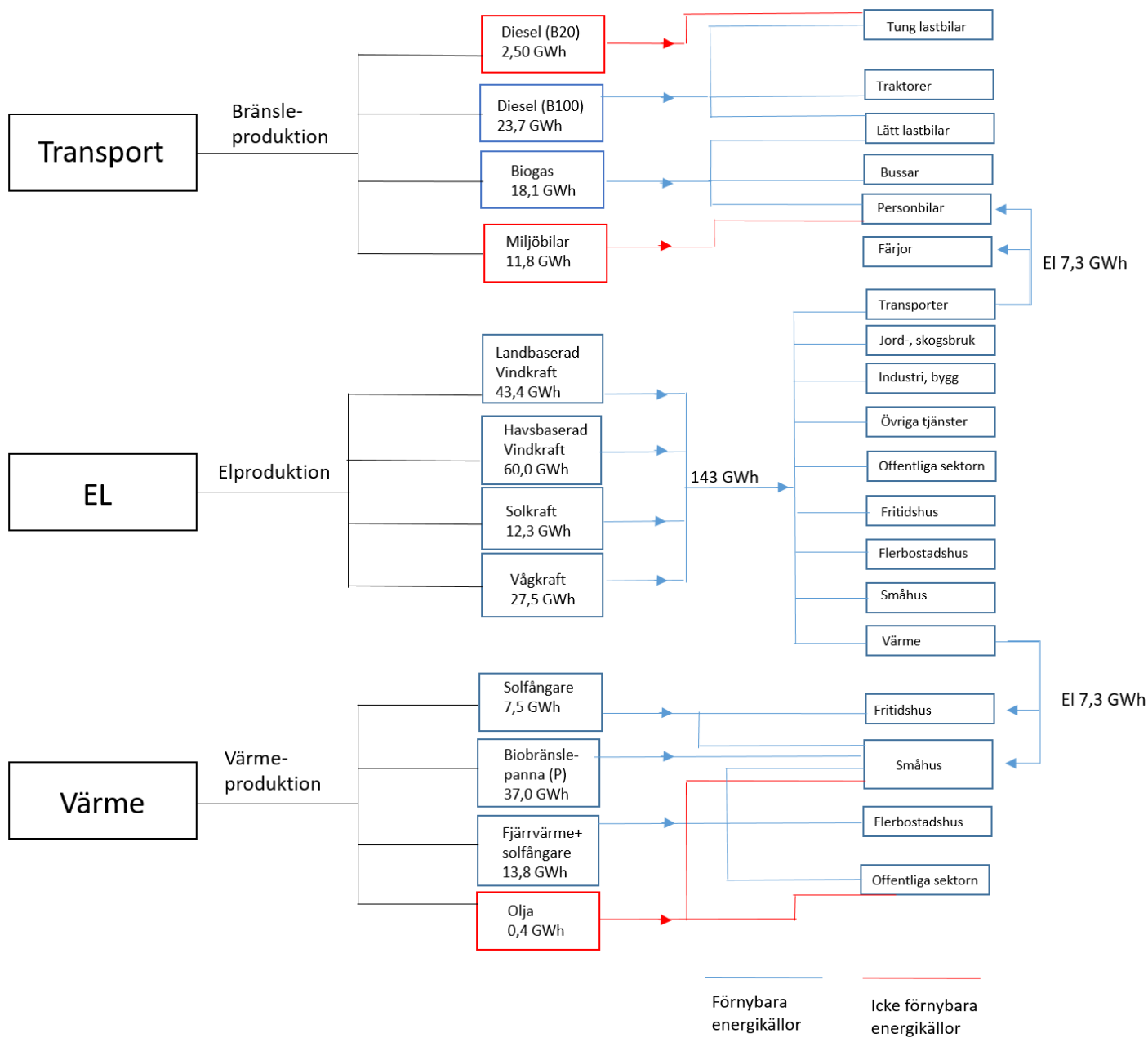
Det totala klimatgasutsläppet samt den mängd förnyelsebar el som krävs för att ersätta utsläppen redovisas i tabell 22. Den förnybara elen antas ersätta nordisk elmix utsläpp på omkring 125 ton CO₂ per GWh, vilket antas ge den förnybara elen ett negativt utsläpp på ungefär 125 ton CO₂ per producerad GWh (Energimyndigheten, 2015c). Mängden förnyelsebar el som måste produceras för att ersätta klimatgasutsläppen har beräknats genom att dividera den totala mängden ton CO₂ från transport, industri samt värme med ”negativa” ton CO₂ per GWh som den förnybara elen bidrar till (125 ton CO₂ per GWh). Genom denna beräkning ges den andel extra GWh som måste produceras. Den totala andelen förnyelsebar el som måste produceras för att klimatgasutsläppen ska kunna ”räknas bort” uppgår till 37 GWh, se tabell 21. De 37 GWh som behöver ersättas av förnybar elproduktion har räknats in i den planerade elproduktionen år 2030, se avsnitt 9.6.3.

Tabell 21. *Mängd förnybar el som ersätter klimatgasutsläppen. Mängden förnybar el har beräknats genom att dividera det totala klimatgasutsläppen för respektive kategori med koldioxidekvivalenten för nordisk elmix (125 ton CO₂/GWh). Mängden GWh som måste produceras redovisas i GWh per år.*

	Värme	Transport	Industri	Totalt
Klimatgasutsläpp(ton CO ₂ ekv)	116	3 820	664	4 600
Ersättning av förnybar el (GWh)	0,90	30,6	5,30	36,8

9.8 Flödesdiagram

I detta kapitel visas en översikt av resultatet i studien. Kapitlet innehåller ett flödesdiagram vilket illustrerar energiflöden av elproduktion, värme-och bränsleproduktion år 2030 i huvudkategorierna el, värme och transporter.



Flödesdiagram1. Flödesdiagram över Orust kommuns visions energiflöden år 2030.

10 Diskussion

10.1.1 Syfte och avgränsningar

I denna studie har ett klimatneutralt samhälle definierats som ett samhälle utan nettoutsläpp av klimatgaser. Ett klimatneutralt Orust har uppnåtts genom att extra förnybar el har ersatt klimatgasutsläpp från de fossila energikällorna som fortfarande finns kvar på ön efter omställningen av energiproduktion och energianvändning. Klimatgasutsläpp kan på detta sätt "räknas bort" vid en ökad produktion av förnybar el. Denna definition fungerar att använda eftersom icke förnybara energikällor fortfarande används för energiproduktion av el i andra delar av världen och eftersom de förnybara energislagens utsläpp antagits vara noll i denna studie. Detta sätt att definiera ett klimatneutralt samhälle skulle inte fungera om hela världen hade en elproduktion som baseras på förnybara energikällor eftersom förnybar del producerad på Orust då inte skulle ersätta annan produktion med klimatgasutsläpp. I verkligheten är det inte realistiskt att förnybara energislags klimatgasutsläpp är noll eftersom livscykelanalyser på exempelvis vindkraftverk skulle visa att små klimatgasutsläpp finns. Ett mer realistiskt sätt att definiera ett klimatneutralt samhälle skulle därför vara att kalla det klimatsmart. Detta skulle innebära att arbeta mot att fasa ut fossila bränslen och investera i förnybara energislag men att inte räkna bort klimatutsläpp eftersom detta i ett större perspektiv inte är möjligt. I en avlägsnare framtid kanske det skulle vara möjligt att definiera ett samhälle som klimatneutralt när alla fossila energikällor har fasats ut. Dock kvarstår det fortfarande miljöproblem med bland annat de icke förnybara metaller som används i produktion av byggdelar till energislag.

Avgränsningen till endast körsträckor på Orust inklusive pendlingsresor fungerar i denna rapport då endast Orust kommuns möjligheter till att bli klimatneutralt redovisas. I verkligheten är detta inte realistiskt eftersom klimatpåverkan är ett globalt problem. Bränslena antas komma utanför Orust i rapporten och samma fordon och förare använder dessa även utanför ön. I en mer realistisk redovisning skulle även utsläppen från fordon registrerade på Orust men körda utanför kommunens gränser behövs redovisats.

10.1.2 Tidsaspekt

Angående tidsaspekten antas Orust kunna bli klimatneutralt fram till år 2030. Tidsperioderna för tillståndsprövar och beslutsprocesser samt för byggnation av vindkraft, solkraft och biogasanläggning bör vara rimliga eftersom data på dessa kommer från flera redan utförda objekt. Tidsperioden för vågkraft och

sjöpungsodlingar har stora osäkerheter eftersom dessa idag är nya tekniker och inte fler än några enstaka eller t.o.m. inga tillståndsprövningar har gjorts på kommersiella utbyggnader av denna art. Eftersom tillståndprocesser och byggnationer beror av ett stort antal olika personer och aspekter är det även med tidigare data svårt att säga hur lång tid de olika genomförandena tar och om tillstånd överhuvudtaget kommer att ges. Tillstånd för byggnation av exempel havsbaserad vindkraft är osäker eftersom det motstående riksintresset är starkt.

Det som är mest osäkert är den process som handlar om att övertyga invånare och kommun om att samarbeta. Denna process kräver stort engagemang från den drivande källan, i det här fallet OKA. Om processen lyckas och invånare och kommun är villiga att samarbeta så har ändå kommunen förhållandevis lite att säga till om när det gäller beslutet om tillstånd. Det är en prövningsmyndighet som handlägger och slutligen beslutar om tillstånd. Detta betyder att kommunen kan påverka beslutsprocessen, komma med förslag och utvecklingsmöjligheter men att tiden för denna beslutsprocess är svår att förutsäga då den inte endast är beroende av ett godkännande från kommunen. Dock kan kommuner få stöd genom bland annat borgmästaravtalet med EU vilket skulle kunna ge fördelar i tillståndprocesser, eftersom EU värnar om utveckling av förnyelsebara energikällor. Detta skulle fortfarande inte garantera ett tillstånd av prövningsmyndigheten. Det skall ändå framhållas att eftersom förnybar energi är en god investering för framtiden, enligt flera av länsstyrelsens miljöintressen, finns det goda möjligheter till godkännande av tillståndsansökan. Det som med säkerhet kan sägas är att angivna tidsperioder för energiproducerande verk är trovärdiga om tillstånden ges, vilket också är det rimliga att räkna med i en studie som denna.

Bilflottans tidsperiod för den antagna omställningen är, liksom tillståndprocesserna, osäker då det handlar om kommunikation och engagemang från framförallt privatpersoner, kommun och företag. Speciellt svårt att förutsäga är beslutsprocesserna hos privatpersonerna, d.v.s. hos de enskilda individerna. För att kunna förutsäga en förändring av ett samhälle, hade tydliga politiska mål och lagar behövt tas fram och tydliggöras. I grannländer så som Danmark och Norge har en exponentiell ökning skett av elbilar efter att politiska styrmedel har satts in. Det enda som med säkerhet kan sägas är att det är möjligt att genomföra en omställning eftersom all teknik redan finns idag.

10.1.3 Ekonomi

Den ekonomiska analysen visar att de förnybara energikällorna exklusive vågkraft kommer att vara ekonomiskt konkurrenskraftiga år 2030. Denna ekonomiska utveckling är rimlig att anta då tekniken för förnybar el snabbt går framåt och

efterfrågan på förnybar energi ökar. Samtidigt finns det krav på staten, från bland annat Europiska unionen, att utveckla landet mot klimatneutralitet. Detta gör att även staten behöver investera i produktion, genom subventioner, av förnybar el vilket kommer sänka kostnaderna av byggnationerna ytterligare för förnybar energi.

Det som kan diskuteras är hur snabbt denna ekonomiska utveckling kommer att gå och om invånare är beredda att till en början betala lite extra för att satsa på förnybar energi. Redan idag finns det konsumenter som gärna betalar mer för energi eller en produkt som är producerad med miljövänligt ursprung.

När kostnaderna för produktion och byggnationer har gått ner och de förnybara energikällorna är konkurrenskraftiga kan det diskuteras vidare hur Orust faktiskt kan tjäna på att vara en klimatneutral ö. Främst kommer Orust att kunna marknadsföra sig som ett klimatneutralt samhälle vilket troligen kommer dra ytterligare turister utöver den stora turistström som redan finns idag. Besökare kommer att gynna flera av samhällets näringar vilket i sin tur kommer gynna kommunens ekonomi.

10.1.4 Energianvändning och Energiproduktion

I denna studie antas energianvändningen kunna effektiviseras med 30 procent för både värme och elanvändningen. Detta ses som ett rimligt antagande då regeringens mål är att uppnå en 27 procentig effektivisering. För ett litet samhälle är det ofta lättare att ha en större påverkan och genomdriva en snabbare förändring. Det som krävs är en gemensam vision av att tillsammans arbeta mot ett klimatsmartare samhälle. Ifall invånare och kommun inte är villiga att samarbeta är en omställning mycket svår att genomföra.

Effektbehov för uppvärmning har inte beräknats. Detta skulle kunna vara ett problem eftersom det antagits att fjärrvärmeverkens totala energiproduktion är högre i det nya scenariot med samma installerade effekt. För att kunna täcka upp för spetslasten under de kallaste dagarna hade eventuellt ytterligare olja till uppvärmning behövts räknas med i energiproduktioner alternativt att effekten på biobränslepannorna hade höjts. Antagandet anses ändå rimligt då båda fjärrvärmepannorna idag har ett minimum av nätanslutningar. Nätanslutningar till fjärrvärmeverken år 2030 tänks därför inte överstiga kapaciteten på verken vilka antas vara dimensionerade efter årets klimatskillnader.

Studien visar att om Orust kommun ska kunna bli klimatneutral till år 2030 behöver en stor omställning av elproduktionen genomföras. Eftersom tidsperioden

för omställningen av elproduktion har satts till 14 år antas utbyggnaden av de kommersiella teknikerna vara rimlig. Även placering av solceller, havs- och landbaserade vindkraftverk utifrån tekniska aspekter är rimliga. Det som kan diskuteras är vilka energislag som är de bästa alternativen för den förnybara energiproduktionen på Orust. Som diskussionen i avsnitt 10.1.2 antyder kan tillstånd för havsbaserad vindkraft på Orust bli problematisk vilket skulle göra att en stor del av elproduktion skulle behöva produceras på annat vis. Andra förnybara energislag som skulle kunna installeras är kraftvärmeverk eller en större andel solkraft, vågkraft och landbaserad vindkraft. De två sistnämnda energislagen möter dock samma problem som havsbaserade vindkraftverk samt att vågkraft är en ny och oprövad teknik med högre investeringskostnader. Kraftvärmeverk och solceller skulle förmodligen inte ha lika stora problem med tillstånd som havsbaserad vindkraft. Investeringskostnaderna är också betydligt lägre för kraftvärme och solceller jämfört med havsbaserad vindkraft. Det finns dock andra problem med en större produktion av dessa två energislag. För att kunna komplettera den havsbaserade vindkraften med solceller behövs stora arealer. Vidare producerar solceller endast energi under några få månader av året vilket är en begränsning i förhållande till andra energislag. Detta betyder att med solceller täcks elbehovet endast under delar av året. I framtiden med en utveckling av energilagringstekniken bör det bli möjligt att kunna fördela användningen av producerad solcellsenergi över hela året och därmed göra solkraften mer attraktiv och användbar. Kraftvärmeverk skulle vara det bästa alternativet till havsbaserade vindkraft då dessa är både effektiva och kan producera stora mängder el under hela året dock främst under vinterhalvåret.

Denna studie har kommit fram till att värmen som också produceras i kraftvärmeverk skulle vara svår att utnyttja vilket skulle göra en investering ekonomiskt omöjlig. Ett annat problem med kraftvärme är den mängd bränsle som behövs för produktionen av el. För att bli energineutrala behöver detta bränsle produceras på Orust vilket kanske skulle leda till konkurrens med födoodling.

Ett energineutralt samhälle kommer inte fullt ut att uppnås till år 2030 enligt denna studie. Skillnaden mellan konsumtion och produktion på ön är liten och hade troligen kunnat beräknas till noll om lite extra detaljstudier hade gjorts på energineutralitet. I framtida arbete rekommenderas att studera energineutralitet närmare.

10.1.5 Andra möjliga utsläppskällor som inte beaktats

I uträkningar av klimatutsläpp har endast avgränsningen till direkta utsläpp från de fyra kategorierna el, värme, transport och industri tagits med. Detta täcker den

allra största delen av utsläppen men det finns fortfarande sådana som inte beräknats, vilka skulle kunna ha en betydande roll. Exempelvis har inte jordbrukets indirekta utsläpp från markanvändningen tagits hänsyn till. Eftersom jordbruket på Orust har en betydande roll i näringslivet skulle denna utsläppskälla kunna påverka resultatet. Konsumtion av kläder, mat och andra produkter är ytterligare faktorer som skulle kunna ha en inverkan på resultatet. Vidare kan den olja som antas användas för uppvärmning och industri påverka resultatet. Denna olja är möjligtvis utbytt mot bioolja till år 2030 eftersom bioolja redan idag är en kommersiellt tillgänglig produkt. Byte till bioolja skulle påverka resultaten i positiv riktning, motsatt jordbrukets indirekta utsläpp och konsumtionen och därmed till viss del jämna ut resultatet.

10.2 Slutsatser och vidare arbete

Denna studie visar att stora delar av Orust kommuns energiproduktion samt energianvändning idag har sitt ursprung i icke förnybara energikällor. Under en tidsperiod på 14 år visar studien dock att det är möjligt att göra en omställning av energiproduktionen så att Orust kommun år 2030 kan bli ett klimatneutralt och energineutralt samhälle. För att kommunen ska lyckas uppnå ett klimatneutralt samhälle krävs stora omställningar av transportsektorn och elproduktionen. År 2030 antas transportsektorns personbilar till 55 procent bestå av rena elbilar drivna på förnybar el. Elproduktionen kommer endast omfatta förnybar energi och kommer täcka öns elbehov samt ersätta klimatgasutsläpp på ön. Studien visar att transportsektorn och värmesektorn fortfarande år 2030 kommer att ha en viss andel klimatgasutsläpp. Dessa utsläpp kan räknas bort genom kompensation av extra producerad förnybar el. Utifrån undersökningen av de ekonomiska parametrarna visar studien att alla de antagna förnybara energikällorna utom vågkraft sannolikt kommer att kunna installeras utan ett negativt ekonomiskt värde.

Det rekommenderas att fortsatta studier bör göras inom kategorin ekonomi samt att tidsaspekten för samhällsprocesserna studeras närmare. Vidare tillråds det även att undersöka och jämföra fler scenarier av elproduktionskombinationer utifrån beräknade värden. Det rekommenderas även att göra utförliga undersökningar av hur denna omställning teoretisk ska kunna genomföras. I en djupare undersökning bör det utföras känslighetsanalyser för att utreda skillnader mellan olika energi- och utsläppskällors möjligheter att bidra till ett klimat- och energineutralt samhälle.

11 Referenslista

- Abbott, J. (2008). *Vad innebär carbon footprints?*. Edinburgh: Part of the Camco Group (eccm). DOI: ECCM-EM-483-2007
- Alestig, P. (2015). Satsningar av biodrivmedel hotas av ny lag. *Svenska dagbladet*, 17 september. Tillgänglig: <http://www.svd.se/satsningar-pa-biodrivmedel-hotas-av-ny-lag> [2015-05-17]
- Alpman, M. (2016). Genombrott i Lysekil-första vågkraften till elnätet. *Ny Teknik*, 22 januari. Tillgänglig: <http://www.nyteknik.se/energi/genombrott-i-lysekil-forsta-vagkraften-till-elnatet-6336544> [2016-06-13]
- Aneby kommun (2013). *Transporter och resor*. Tillgänglig: <http://www.aneby.se/Bygga-och-bo/Energi/Transporter-och-resor> [2016-06-21]
- Autonet (2016a). *Sök miljöfordon*. Tillgänglig: <http://www.miljofordon.se/fordon?type=0&adv=0&def%5B%5D=16&make%5B%5D=AUDI&make%5B%5D=BMW&make%5B%5D=FORD&make%5B%5D=OPEL&make%5B%5D=PEUGEOT&make%5B%5D=RENAULT&make%5B%5D=TOYOTA&make%5B%5D=VOLKSWAGEN&make%5B%5D=VOLVO&price=&seats=3&maxenergy=&maxwtw=&maxtailpipe=> [2016-05-18]
- Autonet (2016b). *Sök miljöfordon*. Tillgänglig: <http://www.miljofordon.se/fordon?type=0&adv=0&def%5B%5D=1&make%5B%5D=AUDI&make%5B%5D=BMW&make%5B%5D=FIAT&make%5B%5D=FORD&make%5B%5D=OPEL&make%5B%5D=PEUGEOT&make%5B%5D=RENAULT&make%5B%5D=VOLKSWAGEN&make%5B%5D=VOLVO&price=&seats=3&maxenergy=&maxwtw=&maxtailpipe=> [2016-06-21]
- Biogasportalen(2015). *Regelverk*. Tillgänglig: <http://www.biogasportalen.se/BliProducentAvBiogas/FranIdeTillVerklighet/Regelverk> [2016-05-17]
- Biogas öst (2013). *Gasbilar 2013*. [Broschyr] Tillgänglig: <http://www.biogasost.se/LinkClick.aspx?fileticket=4LzCB4BUS0c%3D&tabid=72> [2016-06-21]
- Borås energi och miljö (2012). *Tillståndsansökans uppbyggnad*. Borås: Gunnar Peters. [Broschyr]
Tillgänglig:http://www.borasem.se/download/18.445efbaa1394705620a80002311/1390338453294/Nyhetsbrev EMC_nr4.pdf [2016-05-17]

Carlstedt, N.E. (2015). *Årsrapport 2015, Driftuppföljning av Vindkraftverk*. Energimyndigheten och Vindstat AB. Tillgänglig:
<http://www.vindstat.nu/stat/index.htm>

Circle K (2016). *Biodiesel B100*. Tillgänglig:
http://www.circlek.se/sv_SE/pg1334072467687/privat/Drivmedel/%C3%B6vrigadrivmedel/Biodiesel-B100.html [2016-05-18]

Ehrenberg, J. (2016). Strålände affärer för solenergi [radioprogram]. Sveriges radio, Klotet, 4 maj.

Ekot (2010). Var tionde bil elbil 2020. [Radioprogram] Sveriges radio, P1 28 maj. Tillgänglig:
<http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=83&artikel=3728760> [2016-05-17]

Ellevio AB (2016). *El och fjärrvärmestatistik för nätföretag 2015, Orust Kommun*. Stockholm: Ellevio

Energiakademiet (2011). *Vedervarende Energi-ö*. Tillgänglig:
<http://energiakademiet.dk/vedvarende-energi-o/> [2016-06-21]

Energimyndigheten (2011). *Så här fungerar ett vindkraftverk*. Tillgänglig:
<http://www.energikunskap.se/sv/FAKTABASEN/Vad-ar-energi/Energibarare/Fornybar-energi/Vind/Sa-har-fungerar-ett-vindkraftverk/> [2016-06-22]

Energimyndigheten (2013). *Vindkraftsstatistik 2012*. (Rapport ES 2013:01). Eskilstuna: Energimyndigheten. Tillgänglig:
<https://www.natverketforvindbruk.se/Global/Fakta/Vindkraftsstatistik%202012.pdf> [2016-06-22]

Energimyndigheten (2015a). *Havsbaserade vindkraft*. Stockholm: Energimyndigheten (2015:12)

Energimyndigheten (2015b). *Vägledning om kommunal tillstyrkan vid tillståndsprövning av vindkraftverk Enligt miljöbalken 16 kap 4 §*. (Rapport ER 2015:05). Stockholm: Energimyndigheten. Tillgänglig:
https://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/framjande-av-vindkraft/vagledning-om-kommunal-tillstyrkan_2015-02-02.pdf [2016-08-23]

Energimyndigheten (2015c). *Växthusgasberäkningar*. Tillgänglig:
<http://www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/hallbarhetslagen/fagor-och-svar/vaxthusgasberakning/> [2016-06-21]

Energimyndigheten (2016). *Klimatvärdering av icke-publika och publika laddstationer*. Stockholm: Energimyndigheten. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/bidrag-och-ersattning/bidrag/klimatklivet/Klimatv%C3%A4rdering%20laddstationer-20160302.pdf> [2016-06-23]

Energirådgivarna (2012). *Vad är energieffektivisering – och hur gör man?*. Stockholm: Energirådgivarna & Energieffektiviseringsföretagen. Tillgänglig: http://www.energiradgivarna.com/uploaded/pdfarkiv/Ovriga_dokument/vad_ar_en_ergieff_maj2012_print_A5.pdf [2016-06-23]

Eon (2016). *Vindkraft- en energikälla som aldrig tar slut*. Tillgänglig: <https://www.eon.se/samhaelle---utveckling/energikunskap/energikaellor/vindkraft.html> [2016-06-22]

Fortum (2010). *En nordisk elmarknad-Bra för både konsument och producent*. Stockholm Fortum. [Broschyr] Tillgänglig: https://www.fortum.com/countries/se/SiteCollectionDocuments/Nordisk%20elmarknad_6sid-vik_110428-ORION_ABO.PDF [2016-05 27]

Fortum (2014). *Fortum och Seabased: Installationen av världens största vågkraftspark påbörjades idag utanför Sotenäs*. Tillgänglig: <http://media.fortum.se/2014/07/01/fortum-och-seabased-installationen-av-varlden-storsta-vagkraftspark-paborjades-idag-utanfor-sotenas/> [2016-05-18]

Frid, E. & Mattsson, H.(2013). *LNG som bränsle för åländska skärgårdsfärjor*. Högskolan på Åland. Maskinteknik

Frilander, J. (2015). Forskare: Förnybar energi lönsam inom ett årtionde. *YLE*, 14 januari. Tillgänglig: <http://svenska.yle.fi/artikel/2015/01/14/forskare-fornybar-energi-lonsam-inom-ett-artionde> [2016-05-27]

Gode, J. Martinsson, F. Hagberg, L. Öman, A. Höglund, J. & Palm, D. (2011). *Miljöfaktaboken 2011 Uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter*. Stockholm: VÄRMEFORSK Service AB

Grahn, M. och Hansson, J. (2010). *Möjligheter för förnybara drivmedel i Sverige till år 2030*. Chalmers tekniska högskola. Institutionen för Energi och Miljö.

Gröna bilister(2013). *Drivmedelsfakta 2013*. Stockholm: Gröna bilister [Broschyr]. Tillgänglig: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:uBspIwyn6YUJ:www.gronabilister.se/drivmedelsfakta-2013.pdf%3Fcms_fileid%3Db33d52fc71e16d898b71b8a36b9bcb37+&cd=1&hl=sv&ct=clnk&gl=se [2016-06-22]

Hansson, H. Larsson, S-E. Nyström, O. Olsson, F. Ridell, B. (2007). *El från nya anläggningar - Jämförelse mellan olika tekniker för el generering med avseende på kostnader och utvecklingstendenser*. Stockholm: Elforsk AB. (rapport nr 07:50)

Hansson, J. & Grahn, M. (2013). *Utsikt för förnybara drivmedel i Sverige*. Stockholm: IVL Svenska miljöinstitutet AB. (Rapport: B2083)

Helsingborg stad (2010). *MILJÖPROGRAM för Helsingborgs stad 2011-2015*. Helsingborg: Helsingborg stad. Tillgänglig: http://styrning.helsingborg.se/wp-content/uploads/sites/30/2014/10/Miljoprogram_2011-2015_slutversion.pdf

Holmberg, P. Andersson, M. Bolund, B. Strandanger, K. (2011). *Wave Power Surveillance study of the development*. Stockholm: Elforsk. (11:02)

Holmgren, F. (2015). Värmepump tillsammans med solpaneler – en lönsam kombination! *Energispararen* [blogg], 9 mars. Tillgänglig: <http://blogg.ivt.se/energispararen/varmepump-tillsammans-med-solpaneler-en-lonsam-kombination> [2016-06-21]

Ivarsson, J. (2011) *SOLCELLER FÖR FLERBOSTADSHUS EN TEKNISK RAPPORT FÖR HFAB*. Högskolan i Halmstad. Energiingenjörsprogrammet. Kandidatarbete.

Johansson, A. (2011) *Regelverket kring biogashantering-hinder eller möjlighet?*. Mittuniversitet. Miljövetenskap C. Tillgänglig: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:-YmTvUbixq8J:www.biogasportalen.se/BliProducentAvBiogas/MerLitteratur/~/_media/Files/www_biogasportalen_se/BliProducent/Rapporter/RegelverketKringBiogashantering.ashx+&cd=1&hl=sv&ct=clnk&gl=se [2016-06-22]

Jordbruks aktuellt (2015). Sjöpfung ska bli biogas och gödsel. *Jordbruks Aktuellt*, 3 mars. Tillgänglig: <http://www.ja.se/artikel/46979/sjopung-ska-bli-biogas-och-godsel.html> [2016-05-17]

Juul, C. Lagercrantz, J. & Hallander, M. (2011). Minska bilberoendet. *Hela Hälsingland*, 27 september. <http://www.helahalsingland.se/opinion/insandare/minska-bilberoendet>

Karlsson, I. & Johansson, A. (2009). *Beräkningsmodell för bensin respektive diesel förbrukning per kommun*. Statistiska centralbyrån. Tillgänglig: http://www.scb.se/Statistik/TK/_dokument/Anv%C3%A4ndarhandledning2011.pdf [2016-06-23]

Klotet (2016). Strålände affärer för solenergi [radioprogram]. Sveriges radio, 4 maj.

Loudiyi, M. (2016). Här är de vanligaste bilmärkena. *Göteborgsposten*, 13 april. Tillgänglig: <http://www.gp.se/nyheter/sverige/h%C3%A4r-%C3%A4r-de-vanligaste-bilm%C3%A4rkena-1.189563>

Länsstyrelsen Västra Götaland län (u.å.). *Vattenbruk*. Tillgänglig: <http://www.lansstyrelsen.se/VastraGotaland/Sv/naringsliv-och-foreningar/fiskerinarang/Pages/Vattenbruk.aspx> [2016-06-21]

Malmberg, J. (2008). Ön mitt i vinden. *Dagens nyheter*, 7 januari. Tillgänglig: <http://www.dn.se/nyheter/varlden/on-mitt-i-vinden/> [2016-06-21]

Mattsson M. & Sang, E. (2014) *Vågkraftens framtid i Sverige: en jämförelse mellan vindkraftens utveckling och vågenergins situation idag*. KTH. Energiteknik. Tillgänglig: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:735251/FULLTEXT01.pdf> [2016-06-23]

Miljöfordon (2016). *Skattebefrielse t o m 2012*. Tillgänglig: <http://www.miljofordon.se/fordon/vad-ar-miljobil/skattebefrielse-t-o-m-2012> [2016-06-21]

Nationalencyklopedin (2016a). *Orust*. Tillgänglig: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/orust> [2016-06-21]

Nationalencyklopedin (2016b). *Vågkraft*. Tillgänglig: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/v%C3%A5gkraft> [2016-06-21]

Naturvårdsverket (2012). *Sverige utan klimatutsläpp år 2050*. Bromma: CM Gruppen AB. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-8574-2.pdf?pid=4254> [2016-06-23]

Naturvårdsverket (2015). *Om arbetet med vindkraft*. Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Energi/vindkraft/> [2016-06-22]

Naturvårdsverket (2016). *Begränsad klimatpåverkan*. Tillgänglig: <http://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/1-Begransad-klimatpaverkan/> [2016-05-17]

Nohlgren, I. Herstad Svärd, S. Jansson, M. & Rodin, J. (2014). *El från nya och framtida anläggningar 2014*. (Rapport 14:40). Stockholm: Elforsk AB. Tillgänglig: http://www.elforsk.se/Rapporter/?rid=14_40 [2016-06-23]

Orust kommun (2007). *Energi-och klimatplan 2007-2012*. Orust: Orust kommun. Tillgänglig: <http://www.orust.se/download/18.5214accd140df0c4d0b2f/1378132992840/Energi-+och+klimatplan.pdf> [2016-06-22]

Orust kommun(2015a). *Vindbruksplan, Tillägg till Översiktsplan 2009 Orust kommun*. Orust: Orust kommun. Tillgänglig:
http://www.orust.se/download/18.205903db150c6d224fb1bcf/1446478969235/Vindbruksplan_Orust_utst%C3%A4llning_20151029_webb.pdf [2016-06-22]

Orust kommun(2015b). *2014 DoA Fjärrvärme Orust kommun Orust kommun Ellös*. Organisationsnummer (212000-1314). Orust: Orust kommun. Tillgänglig:
<http://ei.se/sv/start-fjarrvarmekollen/foretag/Orust-kommun/?Rapport=2015-102009.pdf> [2016-06-22]

Orust kommun(2015c). *2014 DoA Fjärrvärme, Orust kommun, Orust kommun Henån*. Organisationsnummer (212000-1314). Orust: Orust kommun. Tillgänglig:
<http://ei.se/sv/start-fjarrvarmekollen/foretag/Orust-kommun/?Rapport=2015-102008.pdf> [2016-06-22]

Orust kommun (2016). *Orust kommuns potential från takmonterade solceller för elproduktion*. Orust: Orust kommun.

Orust kommun (u.å.). *Cykelplan*. Tillgänglig:
<http://www.orust.se/amnesomrade/byggaboochmiljo/samhallsplanering/oversiktligplanering/cykelplan.4.403d444a13f99aae5231f25.html> [2016-06-21]

Orust kretsloppsakademi (OKA) (u.å.). *Startsida*. Tillgänglig:
<http://orustkretsloppsakademi.se/index.php/1520066> [2016-06-14]

Osby kommun(2015). *Policy för solenergianläggningar i Osby kommun*. Osby: Osby kommun. Tillgänglig:
<http://www.osby.se/Global/Policy%20f%C3%B6r%20solenergianl%C3%A4ggningar-1.pdf> [2016-06-22]

Pettersson, D. & Svantesson, P. (2008). *PROJEKTERING AV VINDKRAFTSPARK i JUDDHJULT, SMÅLAND*. Halmstad högskola. Energiingenjör. Tillgänglig: <http://hh.diva-portal.org/smash/get/diva2:238832/FULLTEXT01.pdf> [2016-06-22]

Regeringskansliet (2015a). *Fossil oberoende fordonsflotta - ett steg på vägen mot nettonollutsläpp av växthusgaser*. Tillgänglig:
<http://www.regeringen.se/rattsdokument/kommittedirektiv/2012/07/dir.-201278/> [2016-05-17]

Regeringskansliet (2015b). *Mål för klimat och luft*. Tillgänglig:
<http://www.regeringen.se/regeringens-politik/miljo/klimat-och-luft/mal-for-klimat-och-luft/> [2016-05-18]

RUS (2015). *Excel: Tabell 2. Körsträcka per bil och per invånare 1999, 2000, 2005, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014,.* Tillgänglig:

<http://extra.lansstyrelsen.se/rus/Sv/statistik-och-data/korstrackor-och-bransleforbrukning/Pages/default.aspx> [2016-05-18]

Ryden, D.(2015). Nu är Malmös bussar helt fossilfria. *Sydsvenskan*, 3 december. Tillgänglig: <http://www.sydsvenskan.se/2015-12-07/nu-ar-malmos-bussar-helt-fossilfria> [2016-06-22]

SABO (2013). *Miljövärdering av energianvändningen i ett fastighetsbestånd*. Stockholm: Sveriges allmännyttiga bostadsföretag. Tillgänglig: <http://www.sabo.se/kunskapsomraden/energi/Documents/Milj%C3%B6v%C3%A4rdering%20av%20energianv%C3%A4ndning.pdf> [2016-06-22]

Sanden, B. (2016). Strålände affärer för solenergi [radioprogram]. Sveriges radio, Klotet, 4 maj.

Seabased (2013). *Complete Plants*. Tillgänglig: <http://www.seabased.com/en/technology/complete-plants> [2016-05-18]

SFS 1994:1716. *Förordningen om fisket, vattenbruket och fiskerieringen*. Stockholm: Näringsdepartementet RS N

SFS 1977:439. *Lag om kommunal energiplanering*. Stockholm: Miljö-och energidepartementet

SFS 2010:900. *Plan och- bygglagen*. Stockholm: Näringsdepartementet RS N

Sköldberg, H. Löfblad, B. Holmström, D. Rydén, B.(2010) *Ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030- Ett visionsprojekt för Svensk Energi och Elforsk*. Stockholm: Elforsk AB (rapport 10:55). Tillgänglig: http://www.elforsk.se/Programomraden/Omv--System/Rapporter/?rid=10_55 [2016-06-22]

Statistiska centralbyrån(SCB) (2016). *Slutanvändning (MWh) efter region, förbrukarkategori, bränsletyp och år*. Tillgänglig: http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_EN_EN0203/SlutAnvSektor/table/tableViewLayout1/?rxid=78845b39-dacc-4906-9044-7e1842ef9fd0 [2016-05-17]

Ström, J. (2016). Strålände affärer för solenergi [radioprogram]. Sveriges radio, Klotet, 4 maj.

Ström, S. (2014). *Samrådsunderlag för Lysekilsprojektet forskning och utveckling av vågkraft*. Stockholms Universitet. Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi. Tillgänglig: <http://su.diva-portal.org/smash/get/diva2:791082/FULLTEXT01.pdf> [2016-06-22]

Svenska miljöinstitutet (IVL) (2015). *Odlade sjöpungar blir biogas*. Tillgänglig:

<http://www.ivl.se/sidor/aktuell-forskning/forskningsprojekt/klimat-och-energi/odlade-sjopungar-blir-biogas> [2016-05-18]

Svensk solenergi (2013a). *Fakta om solenergi*. Tillgänglig:
<http://www.svensksolenergi.se/fakta-om-solenergi> [2016-05-18]

Svensk solenergi (2013b). *Frågor och svar om solenergi*. Tillgänglig:
<http://www.svensksolenergi.se/fakta-om-solenergi/fragor-och-svar> [2016-05-18]

Svensk vindkraft (2010). Detta är vindkraft. I: Vindkraftsbranschen, *VindRen Vindenergi och Rennäring i samverkan. Kapitel 6*. Tillgänglig:
<http://www.vindkraftsbranschen.se/wp-content/uploads/2012/01/Kap-6-version-101207.pdf> [2016-06-22]

Svensk vindenergi (2010). LATHUND – olika begrepp som förekommer i branschen. Stockholm: svensk vindenergi. [Broschyr] Tillgänglig:
http://www.vindparkvanern.se/docroot/parts/svenska/sidor/lathund%20januari2010_id159.pdf [2016-05-18]

Svesol (u.å.). *Solfångare, solceller och flexibla värmesystem*. Tillgänglig:
<http://www.svesol.se/> [2016-06-21]

Swärd, L. (2012). Så mycket drar E85-bilar. *Dagens Nyheter*, 31 januari. Tillgänglig: <http://www.dn.se/motor/nyheter/sa-mycket-drar-e85-bilar/>

Söder, L. (2010). Så slipper du dyra skador i sommarstugan. *Dagens Nyheter*, 4 oktober. Tillgänglig: <http://www.dn.se/ekonomi/din-ekonomi/sa-slipper-du-dyra-skador-i-sommarstugan/> [2016-05-17]

Söderlind, A. (2014). Bensin och diesel är borta 2030. *Alriks bilar* [Blogg]. 13, november. Tillgänglig: <http://www.mestmotor.se/automotorsport/bloggar/alriks-bilar/20141113/bensin-och-diesel-ar-borta-2030> [2016-05-20]

Trafikanalys (2012). *Transporter i Sverige med lätta lastbilar – en pilotundersökning*. Stockholm: Trafikanalys. Tillgänglig:
http://www.trafa.se/globalassets/pm/pm_2012_5_transporter_i_sverige_med_laetta_lastbilar.pdf [2016-06-22]

Trafikanalys(2014). *Excel: RVU Sverige 2011–2014 Den nationella resvaneundersökningen, 2014*. Tillgänglig: <http://www.trafa.se/RVU-Sverige/> [2016-06-22]

Trafikanalys (2015a). *Excel: Fordon efter län och kommun 2015*. Tillgänglig:
<http://www.trafa.se/vagtrafik/fordon/> [2016-06-22]

Trafikanalys (2015b). *Excel: Körsträckor 2015*. Tillgänglig: <http://www.trafa.se/vagtrafik/korstrackor/> [2016-06-22]

Trafikanalys (2015c). *RVU Sverige 2011–2014 Den nationella resvaneundersökningen*. Stockholm: Trafikanalys. Tillgänglig: <http://www.trafa.se/globalassets/statistik/resvanor/rvu-sverige-2011-2014.pdf> [2016-06-22]

Trafikverket (2012). *Minskade utsläpp av koldioxid från vägtrafiken*. Borlänge: PM. Tillgänglig: <https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/press/pm-vagtrafikens-utslapp-120223.pdf> [2016-06-22]

Trafikverket (u.å.). *ALTERNATIVA MÅLBILDER FÖR TRANSPORTSYSTEMET 2030 OCH 2050*. Trafikverket. Tillgänglig: http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/klimat-och-energi/Trafikverket_Alternativa_malbilder.pdf

Uppladdning (2016). *Uppladdning*. Tillgänglig: <http://www.uppladdning.nu/> [2016-06-21]

Vattenfall (2011). *Frågor och svar om vågkraft*. Tillgänglig: <https://corporate.vattenfall.se/press-och-media/nyheter/import-nyheter/fragor-och-svar-om-vagkraft/> [2016-05-17]

Vattenfall (2013). *Så fungerar solenergi*. Tillgänglig: <https://corporate.vattenfall.se/om-energi/el-och-varmeproduktion/solenergi/sa-fungerar-solenergi/> [2016-06-21]

Västra Götalandsregion (2016). *Energi och teknik*. Tillgänglig: <http://www.powervast.se/sv/Ovriga-sidor/Power-Vast/Power-Vast/Om-vindkraft/Energi-och-teknik/> [2016-06-21]

Västra Götalandsregion (2010). *Förutsättningar för havsbaserad vindkraft, Med förslag på åtgärder som behövs för att Sverige ska fortsätta vara en aktör inom den havsbaserade vindkraften*. Göteborg: Västra götalandsregion. Tillgänglig: <http://www.powervast.se/upload/Regionkanslierna/Milj%C3%B6sekretariatet/ENERGI/Vindkraft/Rapporter/F%C3%B6ruts%C3%A4ttninga%20f%C3%B6r%20havsbaserad%20vindkraft.Hela%20rapporten%202010.pdf> [2016-06-22]

Västra Orust energitjänst (2016). *Årlig El och fjärrvärmestatistik för nätföretag 2015, Orust Kommun*. Orust: Västra Orust energitjänst

Wisell, T. Jerksjö, M. Fridell, E. Bäckström, S. IVL(2015). *Översyn och uppdatering av emissionsfaktorer för Naturvårdverkets underlag för beräkning av*

koldioxidutsläpp i rapporteringen enligt miljöledningsförfordningen. Stockholm: Svenska miljöemissionsdata. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/miljoledning/rev-emissionsfaktorer-for-koldioxidutslapp-o-metadata.pdf> [2016-06-22]

Örebro kommun (2010). *Koldioxidjakten*. Örebro: Örebro kommun[Broschyr]. <https://www.orebro.se/download/18.2e96e73312b3224f4fd80004412/Koldioxidjakten.pdf> [2016-05-18]

Östman, N. (2006). *Undersökning av avgasemissioner till vatten från dieselinombordsmotorer i fritidsbåtar -En jämförande studie av olika bränslen*. Uppsala Universitet. Department of Physical & Analytical Chemistry. Tillgänglig: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:132265/FULLTEXT01.pdf> [2016-06-22]

11.1 Icke Publicerat material

Harrie, P. Malmén, P. Eriksson, H. Bengtström, C. Fredriksson, G. Ivarsson, T. Hjortberg, M. Rundgren, M. Claeson, L. Forsberg, J. (2016). *Testbädd för utveckling av system för utvinning av marin energi*. Opublicerat manuskript. Orust kretsloppsakademi.

Hjort, A. Tamm, D. & Wiklander, L.(2015). *ORUST BIOGAS Marknadsförutsättningar för att producera biogas*. Opublicerat manuskript. Biomil AB.

11.2 Personliga meddelande

Hanna Wallén, Trafikverket, 2016-05-05

Håkan Hjerpe Thorsell Chef teknik och inköp, Nettbuss, 2016-05-12

Jan Sundberg FD, Uppsala universitet, 2016- 05-20

Lars Carlsson Rådgivare elfordon, OKA, 2016-05-10

Magnus Adolfsson Miljö och kvalitetschef, Bergkvarnabuss, 2016-05-06

Per Malmén Civilingenjör, OKA, 2016-05-15

Rafael Waters TeknD, Uppsala universitet, 2016- 05-20

Thomas Ivarsson Ordförande OKA, OKA, 2016-04-25

11.3 Bildkällor

Lantmäteriet (2016). *Öppna data*. Utklipp. Tillgänglig:
<https://kso.etjanster.lantmateriet.se/oppnadata.html> [2016-08-23]

Pixabay (2016a). *Eco-friendly-electric-vehicle*. Tillgänglig:
<https://pixabay.com/en/eco-friendly-electric-vehicle-149801/> [2016-06-21]

Pixabay (2016b). *Solar-cells-photovoltaic-current*. Tillgänglig:
<https://pixabay.com/en/solar-cells-photovoltaic-current-491701/> [2016-06-21]

Wessman, J. (2015). *Vindkraftverk Hou Jylland Danmark_20150803_0442*.
Tillgänglig: <https://www.flickr.com/photos/newsosund/20246390003> [2016-06-21]

Wikimedia (2010) *File: Clavelina lepadiformis 02.jpg*. Tillgänglig:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Clavelina_lepadiformis_02.jpg [2016-06-21]

Wikimedia (2012). *File: Orust Mollösund.JPG*. Tillgänglig:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/ff/Orust_Moll%C3%B6sund.JPG [2016-06-21]

.

12 Bilagor

12.1 Bilaga 1

Beräkning av ton klimatgasutsläpp av transport:

Mil* (kg CO₂/mil) = kg CO₂ → ton CO₂

	Miljöbil	Diesel (B20)	Totalt
Körsträcka (Mil)	3379200	96410	
Koldioxidekvivalenter (kg CO₂/mil)	1	4,6	
Totalt (ton CO₂)	3 379,2	443,5	3 822,7

Beräkning av ton klimatgasutsläpp för Värme och industri:

GWh_(Olja) * ton CO₂/GWh = ton CO₂

Värme	Olja
GWh	0,4
ton CO ₂ /GWh	291
totalt CO₂	116,4

Industri	Olja
GWh	2,28
ton CO ₂ /GWh	291
Totalt ton	663,48

Beräkningar av ersättning av förnybar energi:

Ton CO₂/ (Ton CO₂(Nordisk elmix)/GWh) = GWh_(förnybar el)

	Värme	Transport	Industri	Totalt
Klimatgasutsläpp(ton CO₂.ekv)	116,4	3 822,7	664	4 603,1
Ersättning av förnybar el (GWh)	1	31	5	37

12.2 Bilaga 2

Totala antal resor i hela Sverige: 2 479 651 → 2 500 000

Långväga resor i hela Sverige: 45 917 → 46 000

(Trafikanalys 2014)

Procent långväga resor

$46\,000/2\,500\,000 = 0,0184 \rightarrow 1,84\% \rightarrow 2\%$

Procent för olika resor

Långväga resor över 10 mil(enkelväg), antagande 20 mil(enkelväg) totalt 40 mil: 2

% (Trafikanalys 2015c)

Antagande resor mellan 0,5-10 mil, antagit 6 mil: 23 %

Resor på 0,5 mil = 50 % (Aneby kommun 2013)

Resor på 0,2 mil = 25 % (Aneby kommun 2013)

Totala antalet bilresor i Sverige 2 500 000 stycken- räknar på 2 500 för att underlätta beräkningar

Antal långväga resor 40 mil Orust:

$0,02 * 2\,500 = 50$

Antal Antagande resor 6 mil:

$0,23 * 2\,500 = 575$

Antal Resor på 0,5 mil:

$0,50 * 2\,500 = 1250$

Antal Resor på 0,2 mil:

$0,25 * 2\,500 = 625$

Antal långväga resor 40 mil Orust:

$50 * 40\text{ mil} = 2000$

Antal Antagande resor 6 mil:

$575 * 6 = 3\,450$

Antal Resor på 0,5 mil:

$1250 * 0,5 = 625$

Antal Resor på 0,2 mil:

$625 * 0,2 = 125$

Totalt antal mil 6200.

Beräkningar av hur stor andel(procent) av den totala sträckan som långväga resor står för:

$2000/6200 = 0,32258 \rightarrow 0,32 = 32\%$

De långa resorna antas stå för lika stor del(%) av den totala körsträckan på Orust, som de långa resorna gör i hela Sverige.

32 % av Orust Resor med personbil antas vara långväga resor. Dessa beräkningar har gjorts utifrån flera osäkra antagande och har därför inte hög tillförlitliga. Förmodligen står procenten av de långa resorna körsträcka för en högre andel av den totala körsträckan med personbilar, eftersom långväga resor kan vara allt mellan tio till flera 100 mil.

12.3 Bilaga 3

Medel körsträcka per dag för Tunga lastbilar: 201 km

Medel körsträcka per dag för Tunga lastbilar: 83 km

Längsta avstånd mellan de största orterna på Orust: 30 km (enkel väg), 60 km (dubbel väg)

Antagande 45 arbetsveckor på ett år, 5 dagar per vecka.

Totalt 225 arbetsdagar per år.

Antal mil per år för Tung lastbil:

$225 * 201 = 45,225$ mil

Antal mil per år för Lätt lastbil:

$225 * 83 = 18,675$ mil

Medelsträcka på Orust mellan de största orterna:

$225 * 60 = 13,500$ mil

Tung lastbils körsträcka på Orust(%): $13,500 / 45,225 = 0,2998 \rightarrow 30\% + \text{tillägg } 5\% \rightarrow 35\%$

Lätt lastbil körsträcka på Orust (%): $13,500 / 18,675 = 0,72 \rightarrow 72\% + \text{tillägg } 3\% \rightarrow 75\%$

12.4 Bilaga 4

PERSONBILAR

Drivmedel	Bensin	diesel	el	elhybrid	ladd hybrid	etanol	gas	Miljöbil 7	Miljöbil 13	Tot
Antal	5 866	2 999	18	53	7	296	38	1159	165	
Antal*	5410	2543	18			296	38	807	165	9277
Procent	0,583	0,274	0,002	0,000	0,000	0,032	0,004	0,087	0,018	
Mil	5598362	2631540	18627	0	0	306306	39323	835097,6	170745	9 600 000
kWh/mil	8,14	6,97	1,5			7,158	7,3	4	3,5	
Tot kWh	45570662,9	18341836,4	27940,1	0,0	0,0	2192537,8	287058,3	3340390,2	597607,0	70358032,6

LASTBILAR	Tung	Lätt	Tot
Drivmedel	Tung Diesel	Lätt Diesel	
Antal	222	1230	
Medel sträcka	4136	1404	
Tot mil**	321367	1295190	
kWh/mil	35	7,3	
Tot kWh	11247852	9454887	20702739

BUSSAR	Bergkvarn	Netbuss	TOT
Drivmedel	HVO	Diesel	
Tot mil***	600	1800	2400
kWh/mil	37,76	39,85	
Tot kWh	22656	71730	94386

BÅT				
Drivmedel	Disel MK1	El		Tot
Sträcka(mil)	0,117	0,023		
Antal turer	62131	17 455		
Total sträcka(mil)	7269,327	401,465		7670,792
kWh/mil	5,16	43		
Tot kWh	37509,73	17263,00		54772,72

GWh										
Drivmedel	El	Gas	Diesel	Bensin	Disel MK1	HVO	Etanol	Miljöbil 13	Miljöbil 07	Totalt
Fordon										
Personbil	0,03		0,3	45,6				0,6	3,3	70,3
Tung lastbil										
Lätt lastbil										
Bussar						0,02				
Båt	0,02				0,04					
Traktor										
Totalt	0,05		0,3	44,5	0,04	0,02	2,2	0,6	3,3	96,6

Traktorer	
Totala kWh	5 442 000

TOTALT	96651930
--------	----------

Personbilar						
Drivmedel	El		Miljöbilar 13		Gas	Tot
Antal	5102,35		3710,8		463,85	9277
Procent	0,55		0,4		0,05	
Mil	4646400		3379200		422400	8448000
kWh/mil	1,5		3,5		7,3	
Tot kWh	6969600		11827200		3083520	21880320
Tot GWh	6,97		11,83		3,08	21,88
kg CO2/ mil	0		1		0	
Tot kg CO2	0		3379200		0	3379200

LASTBILAR	Tung	Tung	Tung	tot	Lätt	Lätt	Tot
Drivmedel	Diesel(100)	B20			Biogas	Diesel(100)	
Antal							
Procent	0,7	0,3			0,4	0,6	
Medel sträcka							
Tot mil	224957,04	96410,16		321367,2	518076	777114	1295190
kWh/mil	40	35			29	12	
Tot kWh	8998281,6	843588,9			15024204	9325368	
Tot GWh	9,00	0,84			15,02	9,33	
CO2/ mil	0	4,6			0	0	
Tot kg CO2	0	443486,736		443486,736	0	0	0

BUSSAR	Bergkvarn	Netbuss	TOT
Drivmedel	Biogas	Biogas	
Tot mil	600	1800	2400
kWh/mil	55	55	
Tot kWh	33000	99000	132000
tot GWh	0,033	0,099	0,132
kg CO2/mil	0	0	
Tot kg CO2	0	0	

Båt	
Drivmedel	el
Total sträcka(mil)	7670,8
kWh/mil	43
Tot kWh	329844,4
tot GWh	0,33
kg CO2	0
tot CO2	0

Traktorer	Diesel (2016)	Diesel(100) 2030
Totala kWh	5 442 000	5 442 000
tot GWh		5,442
l/kWh	0,17	
liter	925 140	
Procent		100
CO2/l		0
Tot CO2 kg		0

GWh			Diesel(100)				
Drivmedel	El						
Fordon							
Personbil		7		11,8	3		
Tung lastbil			9,00			0,8	
Lätt lastbil			9,3		15		
Bussar					0,13		
Båt		0,33					
Traktor			5,4				
Totalt		7,3	23,7	11,8	18,1	0,8	61,8

Ton CO2							
Drivmedel	El		Diesel(100)				
Fordon							
Personbil				3625,6			
Tung lastbil						443,5	
Lätt lastbil							
Bussar							
Båt							
Traktor							
Totalt		0	0	3625,6	0	443,5	4069,1

Total värmebehov 2016

	Biobränsle prlt EL	Olja	Fjärrvärme+ Sol	Totalt
Småhus	36,5	49,4	0,7	86,7
Flerbostad			0,12	1,82
Fritidshus		10,5		10,5
Offentliga sektorn			5,3	11,2
Totalt	36,5	59,9	6,12	110,22

Utsläpp CO2 värme 2016

	Biobränsle prlt EL	Olja	Fjärrvärme+ Sol	Totalt
GWh	36,5	59,9	6,12	110,22
ton CO2/ GWh	0	125	291	0
Totalt ton CO2	0	7487,5	1780,92	0
				9268,42

Totalt värmebehov 2030*- *
effektivisering 30 %

	Biobränsle prlt EL	Olja	Fjärrvärme+ Sol	Solfångare	Totalt
Småhus	37	13,6	0,1	5	60,69
Flerbostad				1,274	1,274
Fritidshus		4,84		2,5	7,35
Offentliga sektorn			0,3	7,54	7,84
Totalt	37	18,44	0,4	13,814	77,154

Utsläpp från värme sektorn

	Biobränsle prlt EL	Fjärrvärme+ Sol	Solfångare	Olja
GWh	37	18,4	13,8	7,5
ton CO2/GWh	0	0	0	0
totalt CO2	0	0	0	116,4

GWh									
	El	Gas	Diesel	Bensin	Disel MK1	HVO		Etanol	
Personbil		0,03	0,30	18,30	45,60			2,20	
Tung lastbil				11,20					
Lätt lastbil				9,50					
Bussar				0,07				0,02	
Båt		0,02				0,04			
Traktor				5,40					
Totalt		0,05	0,30	44,47	45,60	0,04	0,02		2,20

Miljöbil 13	Miljöbil 07	Totalt
0,6	3,30	70,33
		11,20
		9,50
		0,09
		0,06
		5,40
0,6	3,30	96,58

GWh	El	Gas	Bensin	Disel MK1	HVO	Etanol	Miljöbil 13
Sträcka (mil)		0,05					
CO2 kg/ mil			39323,06	5598361,54	7269,00	600,00	170744,85
Totalt kg CO2			0,50	1,80	1,34	0,00	1,00
Totalt ton CO2			19661,53	10077050,77	9740,46	0,00	170744,85
			19,66	10077,05	9,74	0,00	153,15
							170,74

Miljöbil 07	Diesel tunglast	Diesel lätt lastbil	Diesel bil	Disel buss	Totalt
835097,5531	321367,0	1295190,00	2631540,37	1800,00	
1,2	4,60	1,80	1,30	0,59	
1002117,064	1478288	2331342,00	3421002,48	1062,00	
1002,117064	1478,29	2331,34	3421,00	1,06	18662,89

Transporter 2030

GWh	El	Diesel(100)	Miljöbil	Biogas	Diesel (B20)	Totalt
Personbil	7		11,8	3		21,8
Tung lastbil		9,00			0,8	9,8
Lätt lastbil		9,3		15		24,3
Bussar				0,13		0,13
Båt	0,33					0,33
Traktor		5,4				5,4
Totalt	7,3	23,7	11,8	18,1	0,8	61,76

Utsläpp Transporter 2030

GWh	El	Diesel(100)	Miljöbil	Biogas	Diesel (B20)	Totalt
GWh	7,48	22,1	1	18,39	0,8	
mil	---	---	3379200	---	96410,2	
kg CO2/mil	0	0	1	0	4,6	
Totalt ton CO2	0	0	3379,2	0	443,5	3822,686736

Elbehovet 2016 (minus el till värme)

	GWh
Jordbruk, skogsbruk, fiske	10,1
Industri, bygg	15,5
Offentligverksamhet	12,3
Transport	0,5
Övrig tjänst	20,6
Småhus	67,1
Flerbostad	7,8
fritidshus	32,5
Totalt	166,3

Förbrukningskategori	GWh
Jordbruk, skogsbruk,	10,1
Industri, bygg	15,5
Offentligverksamhet	12,3
Transport	0,5
Övrig tjänst	20,6
Småhus	17,7
Flerbostad	7,8
fritidshus	22,0
Totalt	106,4

Förbrukningskategori	GWh			
Jordbruk, skogsbruk, fiske	7,51	10,1	1,062	0,7
Industri, bygg	11,49	15,5	1,062	0,7
Offentligverksamhet	9,14	12,3	1,062	0,7
Transport	0,35	0,5	1,062	0,7
Övrig tjänst	15,28	20,6	1,062	0,7
Småhus	13,16	17,7	1,062	0,7
Flerbostad	5,79	7,8	1,062	0,7
fritidshus	16,35	22,0	1,062	0,7
Totalt	79,07	106,4		

Utsläpp industri

	Industri
GWh	2,28
Olja	X
ton CO2/GWh	291
Totalt ton	663,48

*Elbehov 2030 (minsu el till värme samt existerande förnybar energi)

	El
GWh	106,4
Effektivisering 30 %	0,7
Förnybar	21,6
Överförings förluster	1,062
GWh*	57,50

Totala utsläpp omräknat till GWh

	Värme	Transport	Industri	Totalt
Ton CO2	116,4	3 822,7	664	4602,6
Ersättning nordisk elmix t	125	125	125	125
GWh förnybar el	1	31	5	37

Elanvändning för transport samt värme 2030

	Värme	Transport
GWh	18,4	7,30

Totala GWh för ersättning (indu, värme, transp)

	GWh
Transport	37,88
Värme	19,33
Industri	5
Totalt	62,52

Elproduktion 2030

	Vindkraft Land	Vindkraft Havs	Solceller	Vågkraft	Tot
Antal	5	5	75	386	
MW	8	15	12,5	11	
Fulleffekt	2800	4000	937	2500	
MWh***	22400	60000	11712,5	27500	121612,5
GWh	22,4	60	11,7125	27,5	121,6125

Energiproduktion 2016

	Värme	El
Biobränsle	36,5	
Fjärrvärme + Sol	7,7	
Vindkraft		21
Solceller		0,6
Total	44,2	21,6

	Värme	El	Transport	Totalt
Olja	6,12			6,12
Nordisk el-mix	59,9	84,75		144,65
Bränsle/drivmedel			96,6	96,6
Total	66,02	84,75	96,6	247,37

Utsläpp 2016

Kategori	Ton CO2
Transport	18863,23251
El	10593,75
Värme	9268,42
Industri	663,48
Totalt	39388,88251

Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för energi och teknik
Box 7032
750 07 UPPSALA
<http://www.slu.se/institutioner/energi-teknik/>

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Energy and Technology
P. O. Box 7032
SE-750 07 UPPSALA
SWEDEN
www.slu.se/en/departments/energy-technology/